

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭63-264692

⑬ Int. Cl.

C 09 K 11/00  
H 05 B 33/14

識別記号

府内整理番号

F-7215-4H  
8112-3K

⑭ 公開 昭和63年(1988)11月1日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全34頁)

⑮ 発明の名称 改良薄膜発光帯をもつ電場発光デバイス

⑯ 特願 昭63-49450

⑰ 出願 昭63(1988)3月2日

優先権主張

⑱ 1987年3月2日 ⑲ 米国(US) ⑳ 20480

㉑ 1987年10月14日 ⑲ 米国(US) ㉒ 108342

㉓ 発明者 テン・ワン・タン

アメリカ合衆国ニューヨーク州14625, ロチェスター市パーク・レーン 176

㉔ 発明者 チン・シン・チエン

アメリカ合衆国ニューヨーク州14450, フエアーポート, ウィンドソング・トレイル 5

㉕ 発明者 ラマニユイ・ゴスワミ

アメリカ合衆国ニューヨーク州14615, ロチェスター市フラー・シティ・パーク 241

㉖ 出願人 イーストマン・コダック・カンパニー

アメリカ合衆国ニューヨーク州14650, ロチェスター市ステート・ストリート 343

㉗ 代理人 弁理士 湯浅 恒三

外4名

## 現状の検査(内容に変更なし)

## 明細書

## 1. [発明の名称]

改良薄膜発光帯をもつ電場発光デバイス

## 2. [特許請求の範囲]

1. 順次に、アノード、有機質ホール注入・輸送帯、発光帯、およびカソードから成る電場発光デバイスであつて、

上記発光帯が、ホールおよび電子の両方の注入を持续することができる有機質ホスト物質と、ホール・電子再結合に応答して光を放射することができる發光物質と、から成る厚さが $1\text{ }\mu\text{m}$ より小さい薄膜によつて形成されることを特徴とする、電場発光デバイス。

## 3. [発明の詳細な説明]

## (a) 本発明が利用される工業分野

本発明は有機質発光デバイスに関するものである。さらに特定的には、本発明はアノード電極とカソード電極との間に置いた有機層から電圧を電極間に適用するときに光を放射するデバイスに関するものである。

(b) 有機質電場発光デバイスは約20年にわたつて知られているが、それらの性能の限界は多くの望ましい応用に対する障壁を呈示してきた。以下は当業の従来の状態を解説するものである。米国特許3,172,862; 3,173,050; 3,382,394; 3,530,325; 3,359,445; 3,621,321; 3,772,556; 3,995,299; 3,710,160; 4,356,429; および4,539,507; カワベらの「ドープされたアンスラセンにおける緑光領域の電場発光」、

Japan Journal of Applied Physics, 10巻、527-528ページ、1971年; およびドレスナーの「アンスラセンにおける二重注入電場発光」、RCA Review, 30巻、322-334ページ。

薄い( $<1\text{ }\mu\text{m}$ )発光帯で以て有機質ELデバイスを製作する技法の発見はよりひろがつた用途についての潜在能力を示した。光出力は電流と直接に比例し、電流は電極間の電場勾配(ボルト/cm)の関数である。より薄い有機層を用いるときには、

許容できる光出力水準、例えば周辺の室光の中で容易に検出されるのに十分な発光と調和する電場勾配を達成するために、より高い電圧を用いねばならない。薄い発光帯をもつ有機質ELデバイスの場合、許容できる発光は集積回路によつて便利に提供される電圧水準において達成できる。

薄膜有機質ELデバイスは見込みを提供してきたが、それらをよりひろく使用するには頗著な障害を残している。一つの重要な関心事は、薄い発光帯を形成するための利用可能の有機物質は発光波長の選択に制限を与えるものであるということである。例えば、全多色ディスプレー (full multicolor display) の形成は個別有機質ELデバイスの少くとも一つの三つ組を必要とする事は容易に理解されることであり、一つのデバイスはスペクトルの青、緑、および赤の各々について異なる発光を示すものである。その上、青または緑のような発光の原色相 (primary hue) が利用可能である場合に、発光色相 (hue of emission) をより精密に選択したいという欲望

れ、あるいは電極を隔てる層の絶縁破壊強度をこえる電場勾配 (ボルト/cm) をつくり出す電圧水準が必要とされ、そのELデバイスの悲劇的破壊をもたらす。

#### (e) 発明の目的

本発明の目的は、より低い適用電圧においてかつ可能な波長のより広い範囲において光出力をつくり出すことができ、そして高い安定性水準を示すことができる電場発光デバイスを提供することであり、アノード、有機質ホール注入帯、発光帯、およびカソードから順次に成るものである。

#### (f) 発明の構成

このELデバイスは、ホールおよび電子の注入を持続し得る有機質ホスト物質とホール・電子再結合に応答して光を放射することができる発光物質とから成る厚さが1μmより薄い薄膜によつて電場発光帯が形成されるということを特徴としている。

本発明による電場発光またはELデバイス100は図1において模式的に描かれている。アノード

が生ずる。

薄膜有機質ELデバイスによる発光色相の問題のほかに、デバイスの安定性が関心事として残つてゐる。実際的応用の大部分は電圧入力あるいは光出力の変動が長時間にわたつて限られていることを必要とする。上述の米国特許4,539,507によつて用いられる芳香族三級アミン層は有機質ELデバイスにおけるきわめて魅力的な初期光出力をもたらしたが、これらの層を含む薄膜有機質ELデバイスの限られた安定性が広範囲の用途に対する障害として残つてゐる。デバイスの劣化は一定電圧を適用するときに得られる電流密度が次第に低くなることをもたらす。低電流密度は低水準の光出力をもたらすことになる。定電圧適用の場合、実際的なELデバイスの使用は、光放射水準が許容水準以下に落ちるときに終わる。光放射水準を一定に保つために適用電圧を次第に上げる場合には、ELデバイスにかかる電場は相当して上昇する。実際には、ELデバイス駆動回路機構によつて便利には供給され得ない電圧が必要とさ

102はカソード104から有機質発光媒体106によつて隔てられている。アノードとカソードは外部電力源108へ導体110と112によつてそれぞれ接続されている。電力源は連続の直流または交流の電圧源であることができ、あるいは間けつ流の電圧源であることができる。いかなる所望の切替回路機構も含めて便利な慣用的電力源はどれでも用いることができ、カソードに関してアノードに正方向にバイアスをかけることができる。アノードまたはカソードのどちらかを接地しておくことができる。

ELデバイスはアノードがカソードより高電位にあるときに順方向バイアスをかけたダイオードとして見ることができます。これらの条件のもとでは、アノードは、114において模式的に示される、ホール (正電荷キャリア) を発光媒体中へ注入し、一方、カソードは、116で模式的に示される電子を発光媒体中へ注入する。アノードに接する発光媒体の部分はホール輸送帯をこのようにして形成し、一方、カソードと接する発光媒体の

部分は電子輸送帯を形成する。注入されるホールと電子は各々、反対電荷電極の方へ移行する。これは有機質発光媒体内のホール・電子再結合をもたらす。移行電子がその伝導電位から価電子帯へホールを満たす際に落ちるときにエネルギーが光として放出される。従つて、有機質発光媒体は電極間で可動性電荷キャリアを各電極から受取る発光帯を形成する。代替構造の選択に応じて、放出光は電極を分離している1個または1個より多くの線118を通し、アノードを通し、カソードを通し、あるいは前記の組合せのいずれかを通して放射されることができる。

電極の逆バイアスは可動電荷移行の方向を逆転し、電荷注入を中断し、光放射を終らせる。有機質EMLデバイスを操作する最も普通の様式は順方向バイアス直流電力源を用い、そして、光放射を調節するのに外部電流の中断または変調に頼ることである。

本発明の有機質EMLデバイスにおいては、1  $\mu\text{m}$  (10,000 オングストローム) より小さい

透過性金属電極を形成する際の実際的約合いは代表的には導電性被覆が約50から250オングストロームの厚さの範囲にあるということである。電極が光を透過するよう意図されない場合には、製作において便利と思われる、より大きい厚さをどれでもまた使用できる。

図2に示す有機質EMLデバイス200は本発明の一つの好ましい実施態様を描くものである。有機質EMLデバイスの歴史的発展のゆえに、透明アノードを用いることが慣習的である。これは、導電性の比較的高い仕事関数の金属または金属酸化物の透明層を沈着させてアノード203を形成させた透明の絶縁性支持体201を提供することによつて達成された。アノードと直ぐ接する有機質発光媒体の部分はホール輸送帯として働くので、有機質発光媒体はホール輸送効率について述べられる有機物質の層205をアノードの上で沈着させることによつて形成されるのが好ましい。示されているデバイス200の配列において、上部表面に接する有機質媒体の部分は電子輸送帯を構成し、

有機質発光媒体の合計の厚みを制限することによって電極間に比較的低い電圧を用いながら効率的光放射と両立し得る電流密度を保つことができる。1  $\mu\text{m}$  以下の厚みにおいては、20ボルトの適用電圧は  $2 \times 10^4$  ボルト/cmより大きい電場電位をもたらし、これは効率的な光放射と両立し得る。以下でより特定的に記録されるとおり、有機質発光媒体の好ましい厚さは0.1から0.5  $\mu\text{m}$  (1,000から5,000 オングストローム) の範囲にあつて適用電圧をさらに下げそしてあるいは電場電位を増すことを可能とし、デバイス組立ての可能性の中に十分にあるものである。

有機質発光媒体はきわめて薄いので、二つの電極のうちの一つを通して光を放射することが通常好ましい。これは、有機質発光媒体上かあるいは別の半透明または透明の支持体上のいずれかにおいて、電極を半透明または透明の被覆として形成させることによつて達成される。この被覆の厚さは光透過(または吸光度)と電気伝導(または抵抗)とを釣合わせることによつて決定される。光

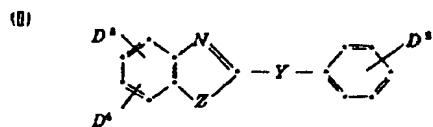
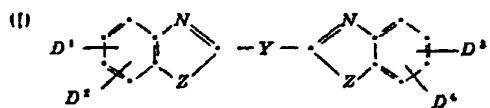
電子輸送効率について述べられる有機物質の層207で形成される。以下で述べるとおり、層205と207を形成する物質の好ましい選択を行なう場合、後者はまた発光が中でおこる帯域を形成する。カソード209は有機質発光媒体の上層の上で沈着させることによつて形成されるのが便利である。

図3に示す有機質EMLデバイス300は本発明のもう一つの好ましい実施態様を描くものである。有機質EMLデバイスの発展の歴史的パターンと対照的に、デバイス300からの光放射は光透過性(例えば、透明または実質上透明の)カソード309を通してである。デバイス300のアノードはデバイス200と同等に形成させることができ、それによつてアノードおよびカソードの両方を通して光放射を可能にするが、示されている好ましい形においては、デバイス300は、比較的高い仕事関数の金属質基板のような、アノード301を形成する不透明の電荷伝導性要素を使用している。ホールおよび電子の輸送層305および307はデバイス200の相当層205および

207と同等であり、これ以上の説明は必要ではない。デバイス200と300の間の顕著なちがいは、後者は有機質ELデバイスにおいて慣行的に含まれる不透明カソードの代りに薄い光透過性（例えば、透明または実質上透明の）カソードを用いていることである。

ELデバイス200と300を一緒にしてながめると、本発明が正または負の分極性（polarity）の不透明基板のいずれかの上でデバイスとりつける選択の自由を提供することが明らかである。ELデバイス200および300の有機質発光媒体は上記において単一の有機質ホール注入・輸送層と単一の電子注入・輸送層とから成るものとして記述されているが、以下でさらに特徴的に記述するとおり、これらの層の各々を多層にしようとする努力はデバイス性能をさらに増強することになり得る。多重の電子注入・輸送層が存在するときには、ホールを受取る層はホール・電子再結合がおこる層であり、従つてデバイスの発光帯を形成する。

光増白剤、特に上記引用の、ファン・スライクらの米国特許4,539,507によつて開示されるものである。有用である螢光増白剤は構造式(I)および(II)を満たすものを含み、



式中、 $D^1$ 、 $D^2$ 、 $D^3$ 、および $D^4$ は独立に水素；炭素原子数が1個から10個の飽和脂肪族、例えば、プロピル、1-ブチル、ヘプチル、など；炭素原子数が6個から10個の炭素原子数のアリール、例えば、フェニルおよびナフチル；あるいはクロロ、フルオロ、などのようなハロゲン；であるか、あるいは、 $D^1$ と $D^2$ 、あるいは $D^3$ と $D^4$ 、は一緒にいるときに、メチル、エチル、プロピルなどのような1個から10個の炭素原子の少くとも一つ

本発明の実際においては、発光帯はどの場合においてもホールおよび電子の注入を持続し得る有機質ホスト物質と、ホール・電子再結合に応答して光を放射し得る螢光物質と、から成る薄膜（ここでは厚さが1μmより小さいことを意味するように用いられる）によつて形成される。発光帯は、その有機質媒体全体が1μmより小さく、好ましくは1000オングストロームより小さい厚さであることができるよう、50から5000オングストロームの範囲、最適には100から1000オングストロームの範囲の厚さで維持されることが好ましい。

ホスト物質は有機質ELデバイスの薄膜発光帯の活性成分として従来用いられる物質のどれからでも便利に形成させることができる。薄膜の形成に使用するのに適するホスト物質の中にはジアリールブタジエンおよびステルベンであり、それらは上記引用の、タンクの米国特許4,356,429によつて開示されているようなものである。

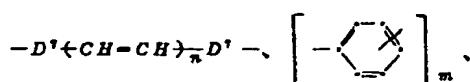
使用できるさらに他の薄膜形成ホスト物質は螢

つの飽和脂肪族を任意的に担持する結合芳香族環を完成させるのに必要である原子から成る

$D^5$ はメチル、エチル、 $\alpha$ -エイコシルなどのような1個から20個の炭素原子の飽和脂肪族；6個から10個の炭素原子のアリール、例えば、フェニルおよびナフチル；カルボキシル；水素；シアノ；あるいは、ハロゲン例えばクロロ、フルオロなど；であり、ただし、式(IV)において $D^6$ 、 $D^7$ および $D^8$ の少くとも二つが3個から10個の炭素原子の飽和脂肪族、例えば、プロピル、ブチル、ヘプチルなどであり、

$Z$ は $-O-$ 、 $-N(D^6)-$ 、あるいは $-S-$ であり、

$Y$ は



$-CH = CH -$ 、 $\leftarrow CH = CH \rightarrow \pi D^1 \leftarrow CH = CH \rightarrow \pi$ 、あるいは

は  $\begin{array}{c} Z' \\ | \\ Z'' \\ | \\ Z \end{array}$  であり、これらの式において、

$n$  は 0 から 4 の整数であり、

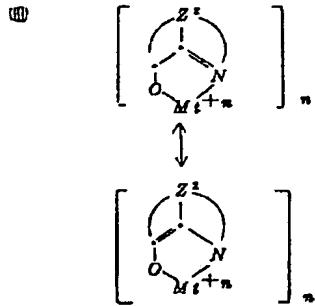
$\alpha$  は 6 個から 10 個の炭素原子のアリーレン、  
例えばフェニルおよびナフチレンであり、

$D^0$  は水素；個から 10 個の炭素原子の脂肪族  
飽和置換基、例えばアルキル置換基；6 個から  
10 個の炭素原子のアリール、例えばフェニルま  
たはナフチル；あるいは、クロロまたはフルオロ  
のようなハロ置換基；であり、

$D^1$  はフェニルまたはナフチルのような 6 個か  
ら 10 個の炭素原子のアリーレンであり、

$Z'$  と  $Z''$  は独立に  $N$  または  $CH$  である。

ここで用いるとき、「脂肪族」とは置換脂肪族並  
びに非置換脂肪族を含む。置換脂肪族の場合の置  
換基は 1 個から 5 個の炭素原子のアルキル、例如  
メチル、エチル、プロピルなど；6 個から 10  
個の炭素原子のアリール、例えば、フェニルおよ  
びナフチル；クロロ、フルオロなどのようないハロ  
ゲン；ニトロ；および、1 個から 5 個の炭素原子  
をもつアルコキシ、例如、メトキシ、エトキシ、  
プロポキシなど；を含む。



前記から、金属性が 1 値、2 値、または 3 値の金  
属であることは明らかである。金属は例えば、リ  
チウム、ナトリウムまたはカリウムのようなアル  
カリ金属；マグネシウムまたはカルシウムのよう  
なアルカリ土類金属；あるいは鉄またはアルミ  
ニウムのような土類金属であることができる。一  
般的的には、有用キレート用金属であることが知  
られているすべての 1 値、2 値または 3 値の金属を  
用いることができる。

$Z'$  は少くとも 2 個の組合芳香族環を含む複素  
環を完成し、その中の一つにおいてアゾール環ま  
たはアジン環がある。脂肪族環および芳香族環の

有用であることが期待されるさらに他の螢光增  
白剤は *Chemistry of Synthetic Dyes*, 1971,  
618-637 ページおよび 640 ページにおいて  
列挙されている。容易に薄膜を形成するこ  
とがないものを 1 個または両端環へ脂肪族成分を結合  
させることによつて薄膜形成性にすることができる。

本発明の有機質  $M$  ルテバイスの螢光帯を形成す  
るための特に好ましいホスト物質は金属キレート  
化オキシノイド化合物であり、オキシン（これは  
また普通には 8-キノリノールあるいは 8-ヒド  
ロキシキノリンとよぶ）のキレートを含む。その  
ような化合物は両方の高水準性能を示し、薄膜の  
形で容易に製作される。期待されるオキシノイド  
化合物の代表例は構造式図を示すものであり、  
式中、 $M$  は金属を表わし、

$n$  は 1 から 3 の整数であり、

$Z'$  は各の存在個所で独立に、少くとも 2 個の  
組合芳香族環をもつ核を完了する原子を表わす。

両方を含む追加の環を、必要ならば、この二つの  
必要環と一緒に結合させることができ。機能上  
の改善もなく分子の荷が付加されることを避ける  
ために、環原子の数は 18 個またはそれ以下に保  
たれるのが好ましい。

薄膜を形成させるために使用可能である有用ホ  
スト物質の例としては次のものがある：

<i>HM-1</i>	アルミニウムトリオキシン 〔別名、トリス(8-キノリノール)アルミニウム〕
<i>HM-2</i>	マグネシウムビスオキシン 〔別名、ビス(8-キノリノール)マグネシウム〕
<i>HM-3</i>	ビス[ベンゾ(f)-8-キノリノール]亜鉛
<i>HM-4</i>	ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウムオキサイド
<i>HM-5</i>	インジウムトリオキシン 〔別名、トリス(8-キノリノール)インジウム〕

HM-6	アルミニウムトリス(5-メチルオキシン) 〔別名、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム〕
HM-7	リチウムオキシン 〔別名、8-キノリノールリチウム〕
HM-8	ガリウムトリオキシン 〔別名、トリス(5-クロロ-8-キノリノール)ガリウム〕
HM-9	カルシウムビス(5-クロロオキシン) 〔別名、ビス(5-クロロ-8-キノリノール)カルシウム〕
HM-10	ポリ〔亜鉛(I)-ビス(8-ヒドロキシ-5-キノリニル)メタン〕
HM-11	ジリチウムエビンドリジオン
HM-12	1,4-ジフェニルブタジエン
HM-13	1,1,4,4-テトラフェニルブタジエン

HM-14	4,4'-ビス[5,7-ジ(1-ペンテル-2-ベンズオキサゾリル)-ステルベン
HM-15	2,5-ビス[5,7-ジ(1-ペンテル-2-ベンズオキサゾリル)-テオフェン
HM-16	2,2'-(1,4-フェニレン)ビスベンゾテアゾール
HM-17	4,4'-(2,2'-ビスチアゾリル)ビフェニル
HM-18	2,5-ビス[5-( $\alpha$ , $\alpha$ -ジメチルベンジル)-2-ベンズオキサゾリル]テオフェン
HM-19	2,5-ビス[5,7-ジ(1-ペンテル)-2-ベンズオキサゾリル]-3,4-ジフェニルチオフェン
HM-20	トランス-ステルベン

上記列挙のホスト物質はすべてホールおよび電子の注入に応答して光を放射することが知られている。ホスト物質と一緒にホール・電子再結合に

応答して光を放射し得る螢光物質の少量を混合することにより、その発光帯から放射される光の色相を変性することができる。理論上は、ホール・電子再結合に対して正確に同じ親和度をもつホスト物質および螢光物質を混合用に見出し得るすれば、各物質は発光帯中のホールおよび電子の注入時に光を放射するはずである。放射光の感知できる色相は両放射の肉眼的換算である。

ホスト物質と螢光物質とのその他の約合いを取らせてことはきわめて制約があるので、光放射に対して好都合な姿を与えるよう螢光物質を選択することが好ましい。光放射についての好ましい姿を与えるほんの小割合の螢光物質が存在するときには、ホスト物質について代役的であるピーク強度波長の発光は、螢光物質に帰せられる新しいピーク強度波長の発光に好都合であるよう全く徐くことができる。この効果を達成するのに十分な螢光物質の最小割合はホスト物質および螢光物質の特定的選択によつて変動するが、いかなる場合でも、ホスト物質のモル数を基準にして約10モ

ルル以上以上の螢光物質を用いる必要はなく、螢光物質の1モルル以上を用いることはほとんど必要でない。一方、螢光物質が存在しない場合に光を放射することができるホスト物質のどれについても、存在する螢光物質をきわめて少量、代表的にはホスト物質を基準に約10<sup>-3</sup>モルル以下へ制限することは、ホスト物質の特徴的波長における発光の保持を可能にすることになる。このように、光放射にとつて好ましい姿を与えることができる螢光物質の割合を選ぶことによつて、発光波長の完全なずれあるいは部分的なずれを実現させることができる。このことは本発明のEレデバイスのスペクトル発光が選択されかつ使用する応用に適するよう約合わされることを可能にする。

光放射に好都合な姿を与えることができる螢光物質の選択は螢光物質の性質をホスト物質の性質と関係づけることを意味する。ホスト物質は注入されるホールと電子のための捕集体として見ることができ、螢光物質は光放射のための分子部位を提供する。ホスト物質中に存在するときに光放射

の色相を変性することができる螢光物質を選択するための一つの重要な関係は、その二つの物質の還元電位の比較である。光放射の波長をずらすことが示されている螢光物質はホスト物質よりも小さい負の還元電位を示した。還元電位は、エレクトロン・ポルトで測定されるが、文献中でそれらの測定法の各種とともに広く報告されている。望まれるのは、絶対値ではなく還元電位の比較であるので、還元電位測定用の許容される技法はどれでも、螢光物質とホスト物質の還元電位の両方が同じように測定されるかぎり、使用できることが明らかである。好ましい酸化還元電位測定の技法は R.J.コックスの Photographic Sensitivity (アカデミック・プレス、1973年、15章) によつて報告されている。

ホスト物質中に存在するときに光放射の色相を変えることができる螢光物質を選ぶための第二の重要な関係は、この二つの物質のバンドギャップ電位の比較である。分子のバンドギャップ電位はその基底状態とはじめの一重項状態とを分離する

のスペクトル的結合が得られるときに起こることが観察された。スペクトル的結合とはホスト物質単独について特徴的である発光の波長とホスト物質の非存在下における螢光物質の光吸収の波長との間に重なりが存在することを意味する。最適のスペクトル的結合は、ホスト物質単独の最大発光が螢光物質単独の最大吸収と  $\pm 25 \text{ nm}$  以内で一致するときに起こる。実際にいて、利点のあるスペクトル的結合は、ピークの幅とそれらの短波長側および長波長側の傾斜とに応じて、ピーク発光波長と吸収波長とが  $100 \text{ nm}$  までまたはそれをこえる程度までだけ異なる場合におこり得る。ホスト物質および螢光物質の間で最適以下のスペクトル的結合が期待される場合には、螢光物質の短波長側偏移よりも長波長側偏移の方がより効果的結果をもたらす。

前記の論議は、ホールおよび電子の注入に応答して自ら光を放射することが知られているホスト物質に言及することによつてなされてきたが、実際、ホスト物質自身による光放射は、螢光物質に

エレクトロンボルト (eV) としての偏位差として取られる。バンドギャップ電位とそれらの測定法は文献中に広く報告されている。ここで報告されるバンドギャップ電位は、吸収ピークに対して長波長側へ偏移しており吸収ピークの大きさの  $\frac{1}{10}$  の大きさのものである吸収波長においてエレクトロン・ポルト (eV) で測定したものである。望まれるのはそれらの絶対値ではなくバンドギャップ電位の比較であるので、螢光物質とホスト物質のバンドギャップがともに同様に測定されるかぎり、許容されているいかななるバンドギャップ測定技法でも使用できる。一つの例証的測定技法は F.グートマンおよび L.E.リオンズによる Organic Semiconductor (クイリー、1967年、5章) によつて開示されている。

螢光物質が存在しない状態で自ら光を放射することができるホスト物質が選ばれる場合には、ホスト物質単独の特徴的な発光の波長における光放射の抑制、と螢光物質について特徴的である波長における発光の増進は、ホスト物質と螢光物質と

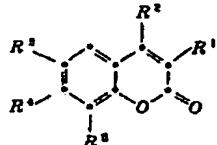
よる光放射が上記記述の各種の関係のどれか一つまたは組合せに好都合である場合に、完全にやむことができる。光放射の役割を螢光物質へ転換することはホスト物質の選択のさらにより広い範囲を可能にすることが理解される。例えば、光を放射するより選ばれる物質についての一つの基本的要請事項は、それが放射する波長の光について低い吸光係数を示して内部的吸収を避けねばならないということである。本発明はホールおよび電子の注入を持続することができるがしかし自らは効果的に光を放射することができないホスト物質の使用を可能とする。

有用である螢光物質はホスト物質と混合することができかつ本発明の E.L.デバイスの発光帯を形成する上述の厚み範囲を満たす薄膜として製作され得る物質である。結晶性ホスト物質は薄膜形成に適合しないが、ホスト物質中に存在する螢光物質の限定された量は単独では薄膜形成をなし得ない螢光物質の使用を可能にする。好ましい螢光物質はホスト物質と一緒に共通相を形成する物質で

ある。螢光染料は好ましい種類の螢光物質を構成するが、それは、染料がホスト物質中の分子水準分布に合致するからである。ホスト物質中で螢光染料を分散させるための便利な技法はどれでも行ない得るけれども、好ましい螢光染料はホスト物質と一緒に蒸着させることができる染料である。前記で記述のその他の規準が満たされると仮定すると、螢光レーザー染料が本発明の有機質&ムデバイスで使用するための特に有用な螢光物質であることが認知されている。

螢光染料の一つの好ましい種類は螢光クマリン染料である。特に好ましい螢光クマリン染料の中には式IVを満たすものがあり、

(IV)



式中、

$R^1$  は水素、カルボキシ、アルカノイル、アルコキシカルボニル、シアノ、アリール、および複

が隣接置換基と一緒に組合環を完成するとき、その環は好ましくは五員環または六員環である。例えば、 $R^1$  は窒素原子が 1 個の隣接置換基 ( $R^2$  または  $R^3$ ) と単一環を形成するときにはピラン環の形をとり、窒素原子が隣接置換基  $R^1$  および  $R^2$  と一緒に環を形成するときにはジロリジン環(クマリンの結合ベンゾ環を含む)の形をとることができ。

以下はレーザー染料として有用であることが知られる例証的螢光クマリン染料である。

FD-1 7-ジメチルアミノ-4-メチルクマリン

FD-2 4, 5-ジメチル-7-エチルアミノクマリン

FD-3 4-メチルウムベリフエロン

FD-4 3-(2'-ベンズイミダゾリル)-7-ジメチルアミノクマリン

FD-5 3-(2'-ベンズイミダゾリル)-7-N,N-ジメチルアミノクマリン

素環芳香族の基から成る群から選ばれ、

$R^2$  は水素、アルキル、ハロアルキル、カルボキシ、アルカノイル、およびアルコキシカルボニルから成る群から選ばれ、

$R^3$  は水素とアルキルから成る群から選ばれ、

$R^4$  はアミノ基であり、

そして、 $R^5$  は水素であり、

あるいは、 $R^1$  と  $R^2$  とは一緒に成る組合環を形成し、そして/または

$R^1$  を形成するアミノ基は  $R^4$  および  $R^5$  の少なくとも一つと一緒に組合環を完成する。

各々の場合におけるアルキル成分は 1 個から 5 個、好ましくは 1 個から 3 個の炭素を含む。アリール成分は好ましくはフェニル基である。組合環状環は好ましくは五員環、六員環または七員環である。複素環式芳香族基は炭素原子と、酸素、硫黄および窒素から成る群から選ばれる 1 個または 2 個の複素原子と、を含む五員環または六員環の複素環を含む。アミノ基は一级、二级、または三级のアミノ基であることができる。アミノ窒素

FD-6 7-アミノ-3-フェニルクマリン

FD-7 3-(2'-N-メチルベンズイミダゾリル)-7-N,N-エチルアミノクマリン

FD-8 7-ジエチルアミノ-4-トリフルオロメチルクマリン

FD-9 2, 3, 5, 6-1H, 4H-テトラヒドロ-8-メチルキノラジノ[9, 9a, 1-gh]クマリン

FD-10 シクロベンタ[*c*]ジユロリジノ[9, 10-3]-11H-ピラン-1-オン

FD-11 7-アミノ-4-メチルクマリン

FD-12 7-ジメチルアミノシクロベンタ[*c*]クマリン

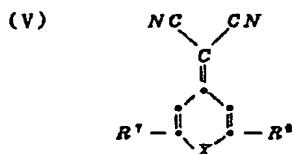
FD-13 7-アミノ-4-トリフルオロメチルクマリン

FD-14 7-ジメチルアミノ-4-トリフルオロメチルクマリン

FD-15 1, 2, 4, 5, 3H, 6H, 10

FD-15 9 - テトラヒドロ - 8 - トリフルオロ - メチル [1] ベンゾピラノ [9, 9a, 1 -  $\alpha$ ] - キノリジン - 10 - オン  
 FD-16 4 - メチル - 7 - (スルホメチルアミノ) クマリン・ナトリウム塩  
 FD-17 7 - エチルアミノ - 6 - メチル - 4 - トリフルオロメチルクマリン  
 FD-18 7 - ジメチルアミノ - 4 - メチルクマリン  
 FD-19 1, 2, 4, 5, 3H, 6H, 10H - テトラヒドロ - カルベトキシ [1] - ベンゾピラノ [9, 9a, 1 -  $\alpha$ ] - キノリジノ - 10 - オン  
 FD-20 9 - アセチル - 1, 2, 4, 5, 3H, 6H, 10H - テトラヒドロ - [1] ベンゾピラノ [9, 9a, 1 -  $\alpha$ ] - キノリジノ - 10 - オン  
 FD-21 9 - シアノ - 1, 2, 4, 5, 3H, 6H, 10H - テトラヒドロ [1] ベンゾピラノ [9, 9a, 1 -  $\alpha$ ] - キノリジノ - 10 - オン

であり、



式中、Xは酸素または硫黄を表わし、

$R^1$ は2-(4-アミノスチリル)基を表わし、 $R^2$ は第二の $R^1$ 基、アルキル基、あるいはアリール基を表わす。

これは最も便利には酸素または硫黄を表わすけれども、より高い原子番号のカルコゲンは長波長移行型ではあるが類似の応答を与えるはずであることが認められる。アミノ基は一級、二級、または三級のアミノ基であることができる。一つの特に好ましい形においては、アミノ基はスチリルフェニル環と一緒に少くとも一つの追加の結合環を形成することができる。例えば、スチリルフェニル環とアミノ基は一緒になつてジユロリジン環を形成することができ、あるいはアミノ基はスチリルフェニル環と一緒に結合した五員環または六員環

FD-22 9 - (1 - プトキシカルボニル) - 1, 2, 4, 5, 3H, 6H, 10H - テトラヒドロ [1] ベンゾピラノ [9, 9a, 1 -  $\alpha$ ] - キノリジノ - 10 - オン  
 FD-23 4 - メチルピペリジノ [3, 2 -  $\alpha$ ] クマリン  
 FD-24 4 - トリフルオロメチルピペリジノ [3, 2 -  $\alpha$ ] クマリン  
 FD-25 9 - カルボキシ - 1, 2, 4, 5, 3H, 6H, 10H - テトラヒドロ [1] ベンゾピラノ [9, 9a, 1 -  $\alpha$ ] - キノリジノ - 10 - オン  
 FD-26 N - エチル - 4 - トリフルオロメチルピペリジノ - [3, 2 -  $\alpha$ ] クマリン

螢光染料のもう一つの好ましい種類は發光性の4-ジシアノメチレン - 4H - ピランおよび4-ジシアノメチレン - 4H - テオピランであり、以後は螢光性ジシアノメチレンピラン染料および螢光性ジシアノメチレンテオピラン染料とよぶ。この種類の好ましい螢光染料は式(V)を満たすもの

を形成することができる。 $R^1$ を形成するアルキル基は代表的には1個から6個、好ましくは1個から3個の炭素原子を含む。 $R^2$ を形成するアリール基は好ましくはフェニルである。 $R^1$ と $R^2$ の両者が2-(4-アミノスチリル)基を形成するときには、それらの基は同じであることができ、あるいはちがつていることができるが、しかし対称性化合物がより便利に合成される。

以下は例証的な螢光性ジシアノメチレンピラン染料と螢光性ジシアノメチレンテオピラン染料である：

FD-27 4 - (ジシアノメチレン) - 2 - メチル - 6 - (2 - ジメチル - アミノスチリル) - 4H - ピラン  
 FD-28 4 - (ジシアノメチレン) - 2 - メチル - 6 - [2 - (9 - ジュロリジル) エテニル] - 4H - ピラン  
 FD-29 4 - (ジシアノメチレン) - 2 - フエニル - 6 - [2 - (9 - ジュロリジル) エテニル] - 4H - ピラン  
 FD-30 4 - (ジシアノメチレン) - 2, 6

- [ 2 - ( 9 - ジユロリジル ) - エテニル ] - 4 H - ピラン

FD-31 4 - ( ジシアノメチレン ) - 2 - メテル - 6 - [ 2 - ( 9 - ジユロリジル ) エテニル ] - 4 H - テオピラン

有用な螢光染料はまた既知のポリメチレン染料の中から選ぶことができ、それは、シアニン、メロシアニン、複合シアニン・メロシアニン(すなわち、三核、四核および多核のシアニンおよびメロシアニン)、オキソノール、ヘミオキソノール、ステリル、モノステリル、およびストレプトシアニンを含む。

シアニン染料は、メタン結合によつて結合されて、アゾリウム核またはアジニウム核のような2個の塩基性の複素環状核を含み、例えば、ピリジニウム、キノリニウム、イソキノリニウム、オキサゾリウム、チアゾリウム、セレナゾリウム、インダゾリウム、ピラゾリウム、ピロリリウム、インドリウム、3 H - インドリウム、イミダゾリウム、オキサジアゾリウム、チアジアゾリウム、ベ

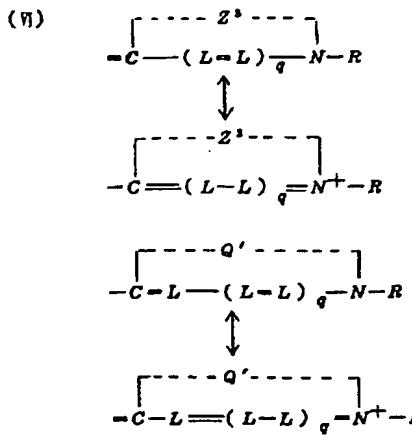
類(例えば、チアゾロ[ 4,5 - δ ]キノリン)、フエナスロチアゾール、アセナフトチアゾール、チアジオキサゾール、セレナゾリン、セレナゾール、ベンゾセレナゾール、ナフトセレナゾール類(例えば、ナフト-[ 1,2 - δ ]セレナゾール)、ベンゾテルラゾール、ナフトテルラゾール類(例えば、ナフト[ 1,2 - δ ]テルラゾール)、イミダゾリン、イミダゾール、ベンズイミダゾール、ナフトイミダゾール類(例えば、ナフト[ 2,3 - δ ]イミダゾール)、2 - または 4 - ピリジン、2 - または 4 - キノリン、1 - または 3 - イソキノリン、ベンゾキノリン、3 H - インドール、1 H - または 3 H - ベンゾインドール、およびピラゾール、のようなものであり; 上記の核はその環の上で広範な種類の置換基の一つまたは一つ以上によつて置換されていてもよく、これらの置換基は、ヒドロキシ、ハロゲン類(例えば、フルオロ、クロロ、ブロモおよびヨード)、アルキル基または置換アルキル基(例えば、メチル、エチル、ブロピル、イソブロピル、ブチル、オクチル、ド

ンズオキサゾリウム、ベンゾチアゾリウム、ベンゾセレナゾリウム、ベンゾテルラゾリウム、ベンズイミダゾリウム、3 H - または 1 H - ベンゾインドリウム、ナフトオキサゾリウム、ナフトチアゾリウム、ナフトセレナゾリウム、ナフトテルラゾリウム、カルバゾリウム、ピロロピリジニウム、フエナスロチアゾリウム、およびアセナフトチアゾリウムの四級塩から誘導されるものである。

塩基性複素環状核の代表的なものは式ⅦとⅧを満足するものである。式中において、

Ⅶ は塩基性複素環式塗素化合物から誘導される環状核を完成するのに必要とされる要素を表わし; それらの化合物は、オキサゾリン、オキサゾール、ベンズオキサゾール、ナフトオキサゾール類(例えば、ナフト-[ 2,1 - δ ]オキサゾール、ナフト[ 2,3 - δ ]オキサゾール、およびナフト[ 1,2 - δ ]オキサゾール)、オキサジアゾール、チアゾリン、チアゾール、ベンゾチアゾール、ナフトチアゾール類(例えば、ナフト[ 2,1 - δ ]チアゾール)、チアゾロキノリン

シル、オクタデシル、2 - ヒドロキシエチル、3 - スルフォプロピル、カルボキシメチル、2 - シアノエチル、およびトリフルオロメチル)、アリール基または置換アリール基(例えば、フェニル、1 - ナフチル、2 - ナフチル、4 - スルフォフェニル、3 - カルボキシフェニル、および4 - ピフェニリル)、アルアルキル基(例えば、ベンジルとフェネチル)、アルコキシ基(例えば、メトキシ、エトキシおよびイソプロポキシ)、アリールオキシ基(例えば、フェノキシと1 - ナフトキシ)、アルキルオキシ基(例えば、メチルオキシおよびエチルオキシ)、アリールチオ基(例えば、フェニルチオ、2 - トリルチオ、およびナフチルチオ)、メチレンジオキシ、シアノ、2 - チエニル、ステリル、アミノまたは置換アミノ基(例えば、アニリノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、およびモルホリノ)、アシル基(例えば、ホルミル、アセチル、ベンゾイル、およびベンゼンスルホニル)、のようなものであり。



$Q'$  は、ピロール、インドール、カルバゾール、ベンズインドール、ピラゾール、インダゾール、およびピロロピリジンのような塩基性複素環状窒素化合物から誘導される環状核を完成するのに必要とされる要素であり。

$R$  は、置換基（例えば、カルボキシ、ヒドロキシ、スルホ、アルコキシ、スルフアト、チオスルフアト、ホスホノ、クロロ、およびプロモの置換基）をもつかあるいはもたない、アルキル基、ア

染料（2個の塩基性複素環状核を連結する5個のメチル基を含むシアニン染料）はカルボシアニン染料（2個の塩基性複素環状核を連結する3個のメチル基を含むシアニン染料）より長い吸収波長を示し、この後者はこんどは単純シアニン染料（2個の塩基性複素環状核を連結する唯1個のメチル基を含むシアニン染料）より長い吸収波長を示す。カルボシアニン染料およびジカルボシアニン染料は長波長染料であつて一方では単純シアニン染料は代表的には黄色染料であるが、しかし、核と長波長側移行性吸収が可能である他の成分とを適切に選ぶことによつて約550 nm における波長の吸収最大を示すことができる。

螢光染料として使用するための好ましいポリメチル染料、特にシアニン染料はいわゆる不動化染料（rigidized dye）である。これらの染料は一つの核がもう一つの核に関して動くことを制約するよう構成される。これは励起状態エネルギーの無放射性動的放散（radiationless, kinetic dissipation）を回避する。染料構造を不動化

リール基、アルケニル基、あるいはアルアルキル基、を表わし、

しはその各々の場合において独立に、置換または非置換メチル基、例えば、 $-CR^4-$  基を表わすように選ばれ、ここに、 $R^4$  はメチル基が置換されていないときには水素を表わし、そして、メチル基が置換されているときには1個から4個の炭素原子のアルキルあるいはフェニルを表わすのが最も普通であり。

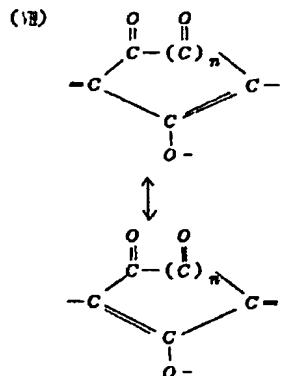
そして、 $q$  は0または1である。

シアニン染料は奇数個のメチル基を含むメチル連結によつて接合される式Ⅶ中で示すタイプの2個の複素環状核を含むことができ、あるいは偶数個のメチル基を含むメチル連結によつて接合される式ⅧとⅨの各々に従う複素環状核を含むことができ、この場合、それらのメチル基は上述のとおり、 $-CR^4-$  の形をとることができる。一般的にはポリメチル染料中でそして特定的にはシアニン染料中で核を連結するメチル基の数が多いほど、染料の吸収波長が長い。例えば、ジカルボシアニン

(rigidized)する一つの試みは、別の架橋基を組入れて、染料の端末核を接合するメチル鎖連結のほかに別の連結を提供することである。架橋ポリメチル染料はブルーカーらの米国特許2,478,367、ブルーカーの米国特許2,479,152、ギルバートの米国特許4,490,463、および、トレンドウエルらの "Picosecond Time Resolved Fluorescence Lifetimes of the Polymethine and Related Dyes"、Chemical Physics, 43巻(1979年)、307-316ページ、によつて解説されている。

ポリメチル染料核を接合するメチル鎖は、染料の端末塩基性核を接合する環状核の部分としてメチル鎖を含めることによつて不動化させることができる。一般的にはポリメチル染料、特定的にはシアニン染料を不動化することおよび吸収最大を長波長側へ移行させることの両方のための技法の一つは、メチル連結の中にオキソ炭素架橋性核を含めることである。オキソ炭素架橋性核は式Ⅸによつて示される形のどれかをとることができ、こ

こに、 $n$  は 0、1 または 2 の整数である。



メロシアニン染料は上述のシアニン染料型の塩基性複素環状核の一つを、上述のとおりでしかもゼロ、2個あるいはさらに多い偶数個のメチレン基を含むメチレン連結を通して酸性ケトメチレン核へ連結する。核間の連結中でメチレン基を含まないメチレン基ゼロの染料は一つの共鳴形において核間で二重結合連結を示し、もう一つの共鳴形において一重結合連結を示す。どちらの共鳴形においても、核中の連結部位は各の核の一部を形成するメチレン基である。

その他の環状酸性核は、2,4-オキサゾリジン(例えば、3-メチル-2,4-オキサゾリジンジオン)、2,4-チアゾリジンジオン(例えば、3-メチル-2,4-チアゾリジンジオン)、2-テオ-2,4-オキサゾリジンジオン(例えば、3-フェニル-2-テオ-2,4-オキサゾリジンジオン)、ローダニン(例えば3-エチルローダニン、3-フェニルローダニン、3-(3-ジメチルアミノプロピル)ローダニンおよび3-カルボキシメチルローダニン)、ヒダントイン(例えば、1,3-ジエチルヒダントイン(例えば、1-エチル-3-フェニル-2-テオヒダントイン、3-ヘプチル-1-フェニル-2-テオヒダントイン、およびアリールスルfonyl-2-テオヒダントイン)、2-ピラゾリン-5-オン(例えば3-メチル-1-フェニル-2-ピラゾリン-5-オン、3-メチル-1-(4-カルボキシブチル)-2-ピラゾリン-5-オンおよび3-メチル-2-(4-スルfonylフェニル)-2-ピラゾリン-5-オン)、2-イソオキサゾリン-5

基によつて形成される。ゼロ・メチレンのポリメチレン染料は黄色染料である。

代表的酸性核は式Ⅴを満たすものであり、



この場合、

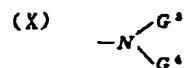
$G^1$  はアルキル基または置換アルキル基、アリール基または置換アリール基、アルアルキル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、ヒドロキシ基、アミノ基、あるいは、置換アミノ基を表わし、ここで、代表的置換基は式ⅥとⅦととくして記録した各種の形をとることができ:

$G^2$  は  $G^1$  について列挙した基のどれか一つを表わし、その上、シアノ基、アルキルまたはアリールスルfonyl基、あるいは  $-C=G^1$  によつ

て表現される基を表わすことができ。あるいは、 $G^2$  は  $G^1$  と一緒にとるととき、次のような環状酸性核を完成するのに必要とされる要素を表わし、

-オン(例えば、3-フェニル-2-イソオキサゾリン-5-オン)、3,5-ピラゾリジンジオン(例えば、1,2-ジエチル-3,5-ピラゾリジンジオンと1,2-ジフェニル-3,5-ピラゾリジンジオン)、1,3-インダンジオン、1,3-ジオキサン-4,6-ジオン、1,3-シクロヘキサンジオン、バーピチユリン酸(例えば、1-エチルバーピチユリン酸と1,3-ジエチルバーピチユリン酸)、および、2-テオバーピチユリン酸(例えば、1,3-ジエチル-2-テオバーピチユリン酸と1,3-ビス(2-メトキシエチル)-2-テオバーピチユリン酸)、から構成されるようなものである。

有用なヘミシアニン染料は上述のメロシアニン染料と本質上類似であり、式Ⅴのケトメチレン基の代りに式Ⅵで次に示す基を置換えることにちがいがあるだけであり。



ここに、

$G^+$  と  $G^+$  は同じであつてもよくちがつていてもよく、式Ⅷにおける置換基について解説したとおり、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、あるいはアルアルキルを表わしてよく、あるいは、 $G^+$  と  $G^+$  とは一緒にとると、ピロリジン、3-ピロリン、ピペリジン、ピペラジン（例えば、4-メチルピペラジンおよび4-フェニルピペラジン）、モルホリン、1,2,3,4-テトラヒドロキノリン、3-アザビシクロ[3,2,2]-ノナン、インドリン、アセチジン、およびヘキサヒドロアゼビン、のような環状二級アミンから誘導される環系を完成する。

有用なヘミオキソノール染料は式Ⅷにおいて示されるとおりのケトメチレン核と、1個または1個より多くの奇数のメチレン基を含む前述のとおりのメタン連絡によつて接合される式Ⅹの中で示されるとおりの核とを示す。

有用なメロスチリル染料は式Ⅷにおいて示されるとおりのケトメチレン核と、1個または1個より多くの奇数のメチレン基を含む前述のとおりのメ

室のとおりに変えて染料の物理的性質、特に疏水性および親水性を調製して、用いられる特定の皮膜形成成分に適合させることができる。染料の脂防族成分としてより多くの炭素原子（例えば、約6個から20個の炭素原子）をもつ炭化水素基を選ぶことによつて、染料はより親油性にすることができる、一方、より少ない数の炭素原子（例えば1個から5個の炭素原子）を含む炭化水素基および特に極性置換基をもつ炭化水素基は染料をより親水性にことができる。染料の芳香族成分は代表的には6個から10個の炭素原子を含む。

以下のものはより短かい（<550nm）波長において最大光吸収を行なうことができるポリメチレン染料の模範例である：

チン連絡によつて接合される式Ⅹにおいて示されるとおりの核、とを示し、

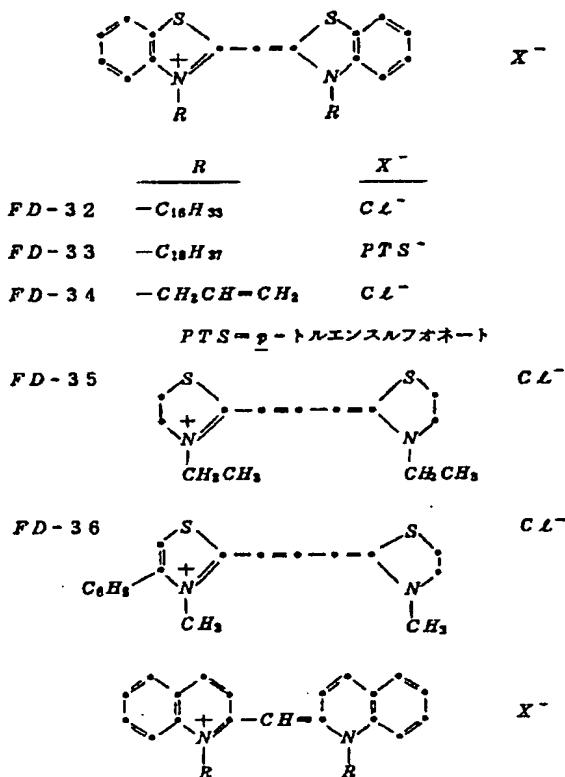
(X)

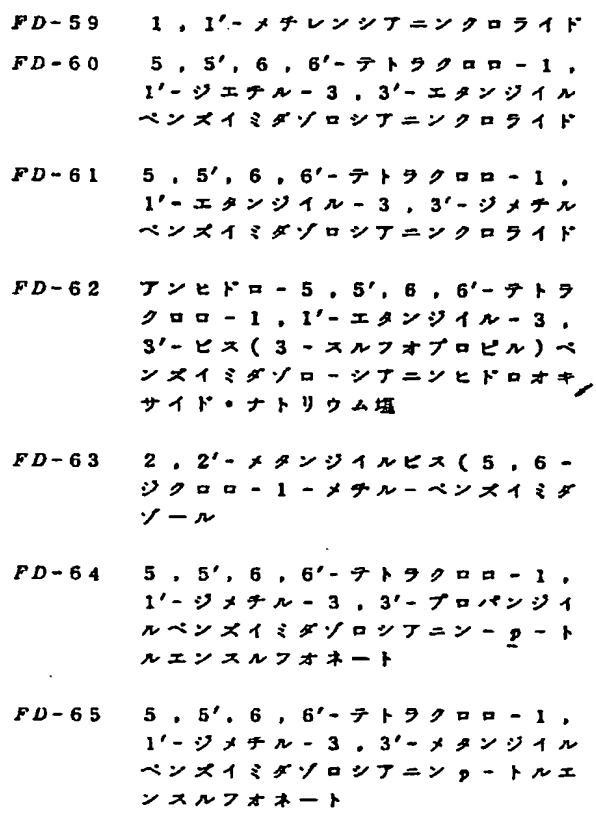
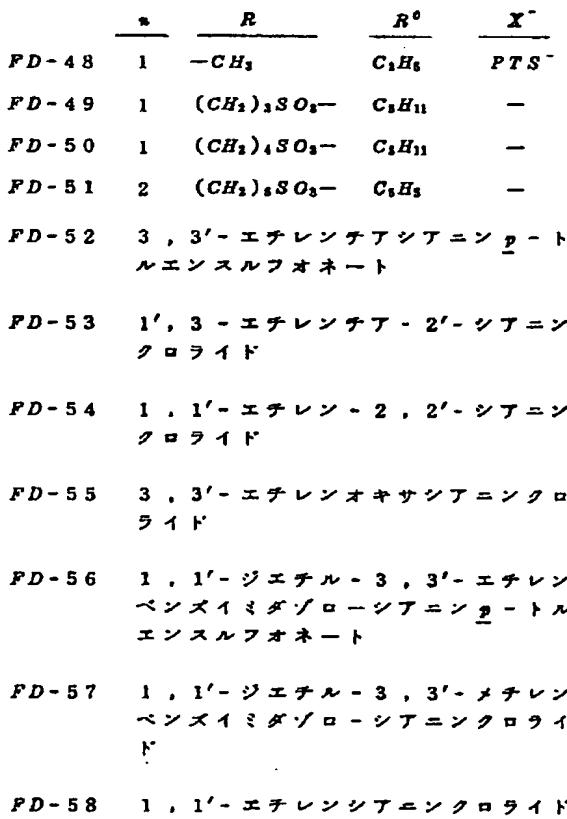
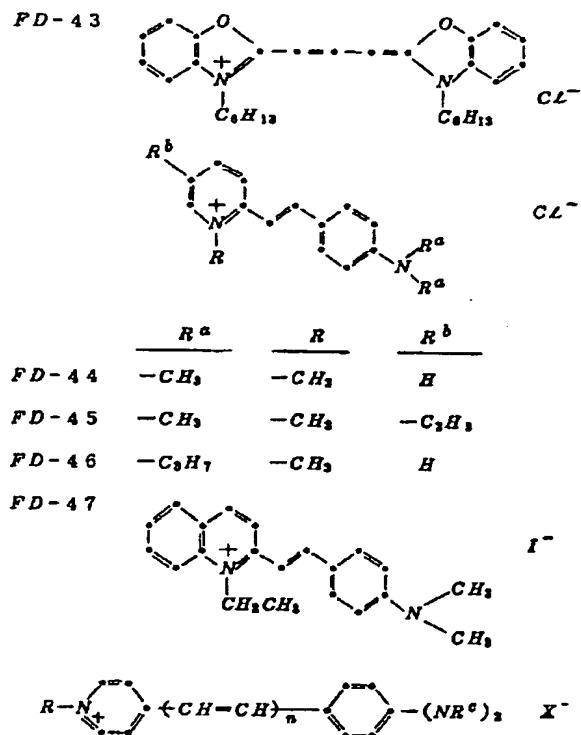
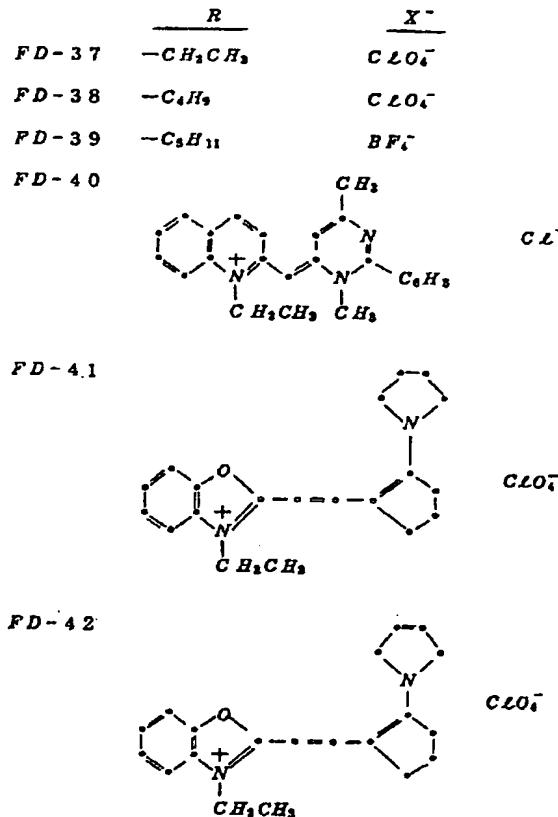


この式において、

$G^+$  と  $G^+$  は前記定義のとおりである。

前述の波長のより長いシアニン、メロシアニン、ヘミシアニン、ヘミオキソノール、およびメロスチリルの染料は、有用なより波長ポリメチレン染料のより簡単な構造についての例証であるつもりである。置換基が核とメタン連絡とを接合して追加的環状構造を形成することが一般的に認められている。その上、それらの染料は3個または3個より多くの核を含むことができる。例えば、メロシアニン染料をメタン連絡においてシアニン染料タイプの第二の塩基性複素環状核で以て置換することによつて、アロポーラー（allopolar）シアニン染料を形成させることができる。さらに、染料発色団の一部を形成していない各種の置換基は希

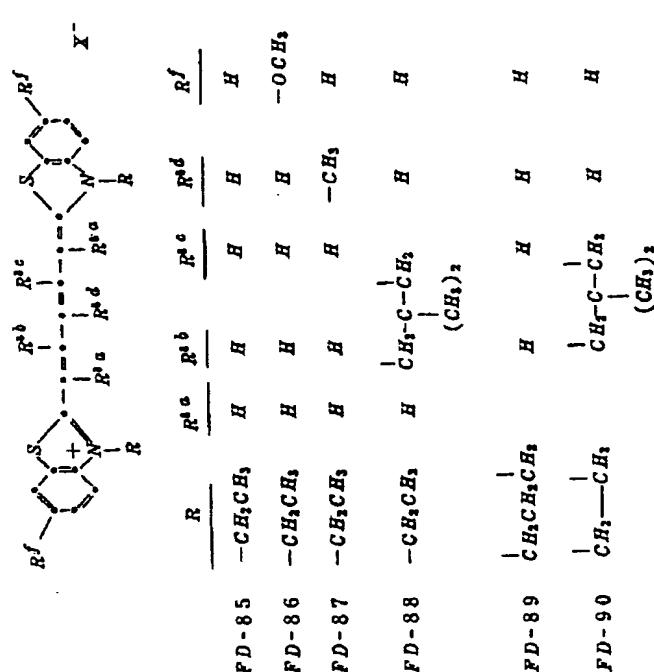
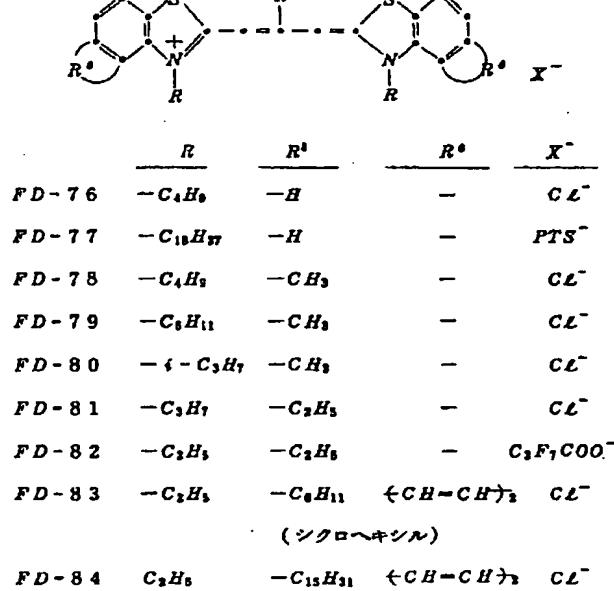
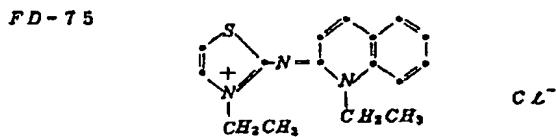
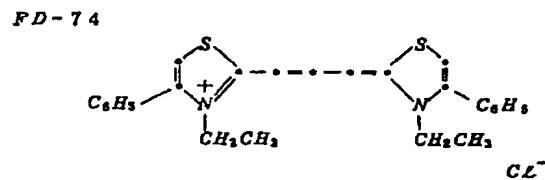
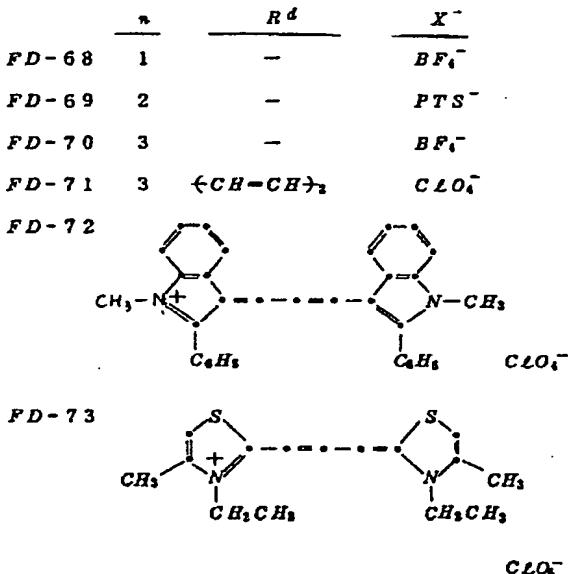
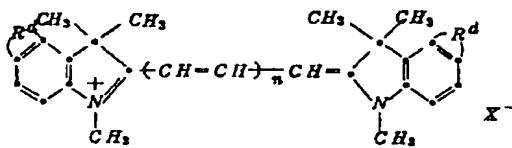




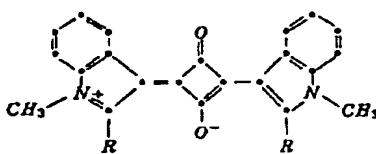
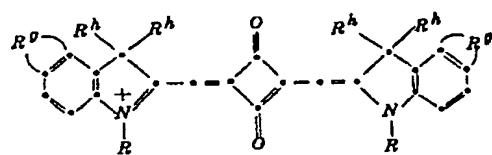
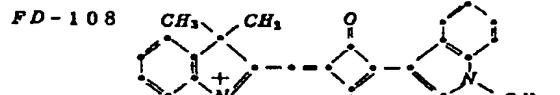
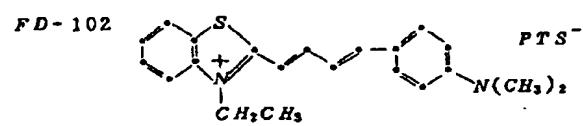
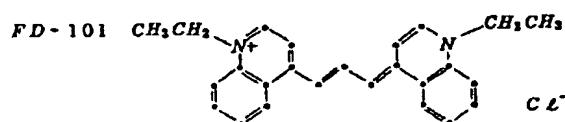
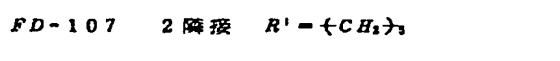
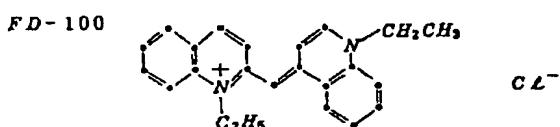
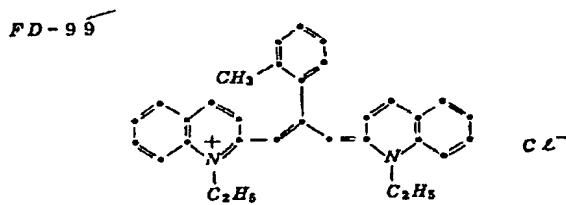
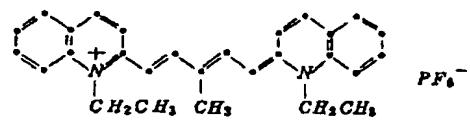
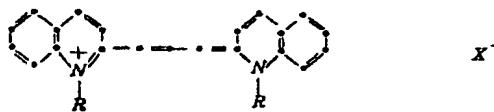
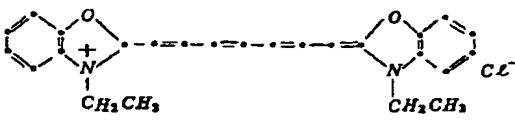
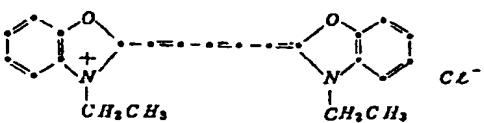
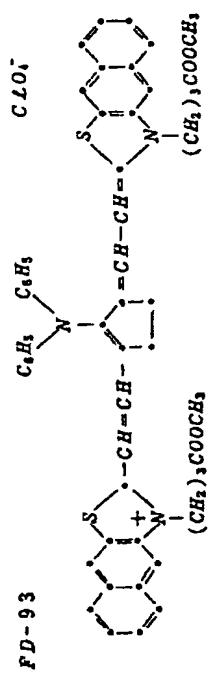
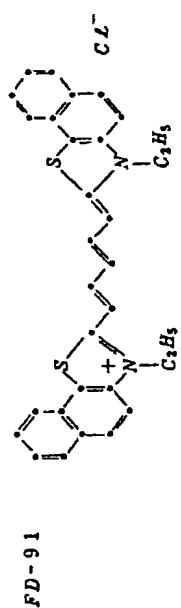
FD-66 5, 5', 6, 6'-テトラクロロ-1, 1'-エタングイユル-3, 3'-ビス(2, 2, 2-トリフルオロエチル)ベンズイミダゾロシアニン *p*-トルエンスルフオネート

FD-67 5, 5', 6, 6'-テトラクロロ-1, 1'-エタングイユル-3, 3', 8-トリメチルベンズイミダゾロシアニン *p*-トルエンスルフオネート

多くのポリメチレン染料はより長い可視(>550 nm)波長における最大光吸收が可能であり、最大螢光波長は一般的にはスペクトルの赤および近赤外部の中にある。以下はより長い可視波長における最大光吸收が可能であるポリメチレン染料の例示である：

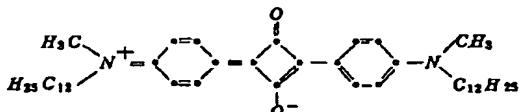


特開昭63-264692(16)

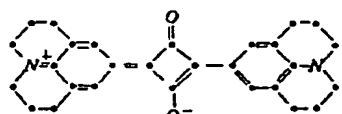


FD-109  $R = C_6H_5$ FD-110  $R = -C_{10}H_7$  , すなわち  $\alpha$  - ナフチル

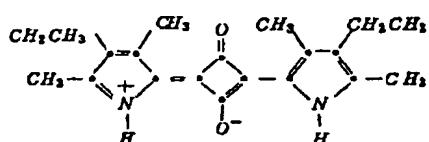
FD-111



FD-112



FD-113



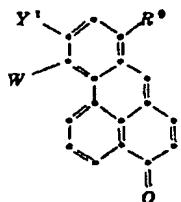
螢光染料のもう一つの有用な種類は 4 - オキソ - 4 H - ベンズ - [d, e] アンスラセンであり、以後はオキソベンズアンスラセン染料とよぶ。好

換または非置換アルキル、あるいは置換または非置換アルコキシカルボニル、さらに好ましくは、置換または非置換アルコキシカルボニルである。

$W$  は水素であるあるいは電子引抜基であり、その用語が当業において理解されているとおりである（すなわち、標準的手順によつて決定されるおりの正のハメント・シグマ値を一般的にもつ基）。特に有用である電子引抜基は、限定されるものではないが、ハロ（例えばフルオロ、クロロ、ブロモ）、シアノ、カルボキシ、アシル、置換または非置換アリールスルfonyl（好ましくは 6 から 10 個の炭素原子のもの、例えば、フェニルスルfonyl、トリルスルfonyl、など）、置換または非置換アルキルスルfonyl（好ましくは 1 から 6 個の炭素原子のもの、例えばメチルスルfonyl、エチルスルfonyl、など）、置換または非置換ジアルキルホスファニル（好ましくは、各アルキル基が独立に 1 から 10 個の炭素原子をもち、例えば、メチル、エチル、ブチル、

ましい螢光オキソベンズアンスラセン染料は式 (X) によつて表現されるものである。

(X)



この構造において、 $R^0$  は水素、置換または非置換アルキル（好ましくは 1 個から 1 2 個の炭素原子のもの、例えば、メチル、エチル、イソプロピル、ベンジル、フェニル、など）、置換または非置換ヒドロキシアルキル（好ましくは 1 個から 1 2 個の炭素原子のもの、例えば、ヒドロキシメチル、2 - ヒドロキシエチル、2 - ヒドロキシイソプロピル、など）、あるいは、置換または非置換アルコキシカルボニル（好ましくは 2 個から 1 2 個の原子のもの、例えば、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、2 - プロピルカルボニル、など）である。好ましくは、 $R^0$  は水素、置

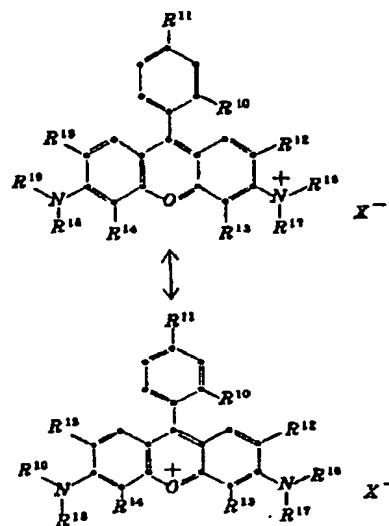
換または非置換アルキル、あるいは置換または非置換アルコキシカルボニル（好ましくは、各アルキル基が独立に上記定義のとおり 1 から 10 個の炭素原子をもつ）、を含む。好ましくは  $W$  は水素またはハロゲンである。

$Y^1$  は水素であるか、あるいは不対電子または負の電荷をもつ複素原子から成る基、例えば、ヒドロキシ、メルカプトあるいはアミノ ( $-NR''R'''$ ) である。 $R''$  および  $R'''$  は独立に置換または非置換アルキル（好ましくは 1 から 1 0 個の炭素のもので、例えばメチル、エチル、デシルなど）、置換または非置換アリール（好ましくは 6 から 1 0 個の炭素のもので、例えば、フェニル、ナフチル、など）、であり、あるいは、 $R''$  と  $R'''$  とは、一緒に取られるときには、置換または非置換複素環状環（好ましくは 5 から 1 0 個の炭素原子、窒素原子または酸素原子のもので、例えば、モルホリノ、ピロリジニル、ピリジル、ピペリジノ、などの環）を完成するのに必要な原子を表わすことができる。 $Y^1$  はまた置換または非置換アルコ

キシ（好みしくは1から10個の炭素原子のもので、例えば、メトキシ、エトキシ、2-クロロ-1-プロポキシなど）、置換または非置換カルバミルオキシ( $-O-C(O)-NR''R'''$ )（式中、 $R''$ と $R'''$ は上記定義のもの）、 $-O^-M^+$ 、あるいは $-S^-M^+$ （式中、 $M^+$ は1価カチオン、例えば $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Li^+$ 、 $NH_4^+$ など）であることができる。好みしくは、 $Y^+$ はヒドロキシあるいは $-O^-M^+$ である。

<i>R<sup>9</sup></i>		<i>W</i>	<i>Y<sup>1</sup></i>
FD-114	メチル	水素	ヒドロキシ
FD-115	メチル	水素	$-O^-Na^+$
FD-116	メチル	クロロ	ヒドロキシ
FD-117	メチル	クロロ	$-O^-Na^+$
FD-118	メチル	クロロ	<i>N</i> -メチル- <i>N</i> -フェニルカルバミルオキシ
FD-119	メチル	水素	ピロリジニル
FD-120	ブトキシカルボニル	水素	ヒドロキシ
FD-121	ブトキシカルボニル	水素	$-O^-Na^+$
FD-122	ブトキシカルボニル	クロロ	$-O^-Na^+$

螢光染料のもう一つの有用な種類はキサンテン染料である。キサンテン染料の一つ特に好ましい種類はローダミン染料である。好ましい螢光ローダミン染料は式XIIIによつて示されるものであり、



この式において、

$R^{10}$ と $R^{11}$ は独立に水素、カルガキシル、スルフ

上記で例示したオキソベンズアヌラセン染料は、置換基がその化合物の螢光に悪い影響を及ぼさないかぎり、構造中で特定的に例示したもの以外に、アルキル（例えば、1個から5個の炭素原子のアルキル）、アリール（例えばフェニル）、およびその他の基のような、1個または1個より多くの置換基をもつ。

オキソベンゼンスラセン染料は一般的には次の手順を便つてつくることができる。いくつかの製法の詳細は以下の付録 1 において与えられている。その一般的製造手順は、(1) コークらの *Australian J. Chem.*, 11, 230-235 ページ (1958 年) によつて記述されている手順によるジヒドロフェナレノンの調製 (2) ジヒドロフェナレノンのリチウムエノレートの調製、(3) このリチウムエノレートと適切なホスホニウム・ヨーダイド反応剤との反応、および (4) この生成物を塩化第二銅およびリチウムクロライドとを反応させて塩素化または非塩素化染料を生成させること、を含んでいる。

オニル、アルカノイル、あるいはアルコキシカルボニルの基であり、

$R^{12}$ 、 $R^{13}$ 、 $R^{14}$ および $R^{15}$ は水素であり、

$R^{16}$ 、 $R^{17}$ 、 $R^{18}$ 、および $R^{19}$ はアルキル基であり、

$X^-$  はアニオンであり、

あるいは、以下の置換基對、 $R^{11}$ と $R^{10}$ 、 $R^{11}$ と $R^{11}$ 、 $R^{10}$ と $R^{10}$ 、および、 $R^{11}$ と $R^{10}$ 、のどれか一つまたは全部は単独複素原子として窒素を含む五員環または六員環を完成する。

各々の場合におけるアルキル成分は 1 個から 5 個の炭素原子、好ましくは 1 個から 3 個の炭素原子を含む。置換基対が縮合環を完成するときには、その環は例えば、式の窒素原子 (*formula nitrogen atom*) を含む单一の縮合環が形成されるときにはピランの形を、あるいは、式の同じ窒素原子を各々が含む 2 個の縮合環が形成されるときにはジユロリデン環 (式の縮合ベンゾ環を含む) の形を、取ることができる。

以下は有用なレーザー歯科であることが知られる  
そのローダミン歯科の例示である：

FD-123 [9-( $\alpha$ -カルボキシフェニル)-6-(ジエチルアミノ)-3H-キサンテン-3-イリデン]ジエチルアンモニウムクロライド  
〔別名、ローダミンB〕

FD-124 N-[6-[ジエチルアミノ]-9-[2-エトキシカルボニル]-フェニル]-3H-キサンテン-3-イリデン]-N-エチルエタンアミニウムパークロレート

FD-125 エチル $\alpha$ -[6-(エチルアミノ)-3-(エチルイミノ)-2,7ジメチル-3H-キサンテニル]ベンゾエートクロライド

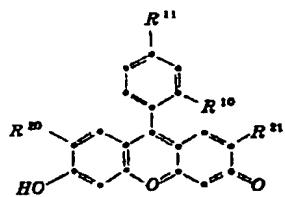
FD-126 エチル $\alpha$ -[6-(エチルアミノ)-3-(エチルイミノ)-2,7ジメチル-3H-キサンテニル]ベンゾエートパークロレート

FD-127 エチル $\alpha$ -[6-(エチルアミノ)-3-(エチルイミノ)-2,7ジメチル-3H-キサンテニル]ベンゾエートテトラフルオロボレート

FD-128  $\alpha$ -[6-(エチルアミノ)-3-(エチルイミノ)-2,7-ジメチル-3H-キサンテニル]ベンゾエート

キサンテン染料のもう一つの特定的に好ましい種類はフルオレセイン染料である。好ましいフルオレセイン染料は式XIVによつて表現されるものであり、

(XIV)



ここに、

 $R^{10}$ と $R^{11}$ は前記定義のとおりであり、

$R^{12}$ と $R^{13}$ は水素、アルキル、アリール、あるいはハロゲン置換基である。好ましいアルキル基は1から5個、好ましくは1から3個の成炭原子を含み、一方、フェニルは好ましいアリール基である。

模範的フルオレセイン染料は、

FD-119 9-( $\alpha$ -カルボキシフェニル)-6-ヒドロキシ-3H-キサンテン-3-オン

FD-129  $\alpha$ -(6-アミノ-3-イミノ-3H-キサンテニル)安息香酸・ハイドロクロライド

FD-130  $\alpha$ -(6-(メチルアミノ)-3-(メチルイミノ)-3H-キサンテニル-9-イル)安息香酸パークロレート

FD-131 メチル $\alpha$ -(6-アミノ-3'-イミノ-3H-キサンテニル-9-イル)ベンゾエート・モノハイドロクロライド

FD-132 8-(2,4-ジスルフォフェニル)-2,3,5,6,11,12,14,15-1H,4H,10H,13H-オクタヒドロキノリジノール-[9,9a,1-6a;9,9a,1-6b]キサンテリウムヒドロオキサイド内部塩

FD-133 スルフォローダミンB

FD-134  $\alpha$ -(6-(ジメチルアミノ)-3-(ジメチルイミノ)-3H-キサンテニル-9-イル)安息香酸パークロレート

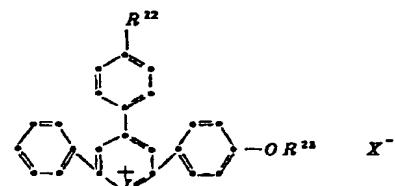
FD-120 9-( $\alpha$ -カルボキシフェニル)-2,7-ジクロロ-6-ヒドロキシ-3H-キサンテン-3-オン

である。

螢光染料のもう一つの有用な群はビリリウム、チアビリリウム、セレナビリリウム、およびテルロビリリウムの染料である。これらの種類のうちのはじめの三つからの染料はライトの米国特許3,615,414によつて開示されており、一方後者の染料はデッティの米国特許4,584,258によつて開示されている。後者の二つの種類の染料は赤外の方へ長波長側へ移行されるので、前二者の種類の染料が可視光放射の遮成にとつて好ましい。

模範的な好ましいビリリウム染料およびチアビリリウム染料は式XVによつて表わされ、

(XV)



式中、 $R^{22}$  は水素、メチル、あるいは三級アミノ基、最適なのは、 $-NR^{23}R^{24}$  基であり、

$R^{23}$  はアルキル基であり、

$X'$  はアニオンであり、

$J$  は酸素または硫黄である。

アルキル基は好ましくは 1 から 5 個、最適には 1 から 3 個の炭素原子を含む。式 XV を満足する模範的なピリリウムおよびチアピリリウムの発光染料は次のものである：

FD-135 4 - (4 - ジメチルアミノフェニル) - 2 - (4 - メトキシフェニル) - 6 - フェニルピリリウム・バーコロレート

FD-136 4, 6 - ジフェニル - 2 - (4 - エトキシフェニル) - チアピリリウム 2 - トルエンスルフォネート

FD-137 2 - (4 - メトキシフェニル) - 6 - フェニル - 4 - (2 - トリル) - ピリリウム・テトラフルオロボレート

発光染料のもう一つの有用な種類は発光カルボスチリル染料である。これらの染料は 2 - キノリ

ミダゾール誘導体の着色性質」、JSDC、1968 年 6 月、246 - 251 ページ、とてよつて与えられる。これらのより複雑なカルボスチリル染料の例は次のものである：

FD-141 ベンズイミダゾ[1, 2 - b]チオキサンテノ-[2, 1, 9, d, e, f] - イソキノリン - 7 - オンおよびそれの立体異性体

ベンズイミダゾ[1, 2 - e]チオキサンテノ-[2, 1, 9, d, e, f]イソキノリン - 7 - オン

他の結合環発光染料の中にはジナフテレン核を特徴とするペリレン染料がある。有用な発光ペリレン染料の種類は知られており、例えば、レードマツハーラの「光安定性をもつ可溶性ペリレン発光染料」、Chem. Ber., 115 卷, 2927 - 2934, 1982 年、および、欧州特許願 553,353 A1 (1982 年 7 月 7 日発行)、とてよつて開示されるもの、のようなものである。一つの好ましいペリレン染料は式 XVI によつて例証され、

ノール環またはイソキノリノール環を特徴とし、しばしば他の環と縮合される。最大發光の波長は一般的には他の結合環の存在とともに増す。スペクトルの青色部分において發光を出す單純なカルボスチリル染料の代表的なものは次のものである：

FD-138 7 - アミノ - 4 - メチル - 2 - キノリノール [別名、7 - アミノ - 4 - メチルカルボスチリル]

FD-138 7 - ジメチルアミノ - 2 - ヒドロキシ - 4 - メチルキノリン [別名、7 - ジメチアミノ - 4 - メチルカルボスチリル]

FD-140 3, 3' - ピス [N - フェニルイソキノリン]

より複雑な結合環カルボスチリル染料の例は、カドヒムおよびペーターの「ベンズイミダゾロチオキサンテノイソキノリンをポリエスチルフアイバーに置換えた合成ポリマーフアイバー用の新しい中間体と染料」、JSDC、1974 年 6 月、199 - 201 ページ、とアリエントらの「イミダゾール染料 XX - 1, 2 - ナフトオキシレンベンズイ

(XVI)



ここに、

$R^{22}$  はアルキル、ヘロおよびハロアルキルの置換基から成る群から独立に選ばれる。好ましいアルキル基は 1 から 5 個の炭素原子、最適には 1 から 3 個の炭素原子をもつ。

ペリレン染料のもう一つの好ましい群は、3, 4, 9, 10 - ペリレンビス(ジカルボキシイミド)であり、以後はペリレンビス(ジカルボキシイミド)染料とよぶ。この種類の好ましい染料は式 XVII によつて表現され、

(XVII)



ここに、

$R^{20}$  と  $R^{21}$  はアルキル、ハロおよびハロアルキルの置換基から成る群から独立に選ばれる。好ましいアルキル基は 1 から 5 個、最適には 1 から 3 個の炭素原子をもつ。

好ましいペリレン染料の例は次のものである：

FD-142 ペリレン

FD-143 1, 2-ビス(5, 6- $\beta$ -フェニレンナフタレン)

FD-144 N, N'-ジフェニル-3, 4, 9, 10-ペリレンビス-(ジカルボキシミド)

FD-145 N, N'-ジ( $\beta$ -トリル)-3, 4, 9, 10-ペリレンビス-(ジカルボキシミド)

FD-146 N, N'-ジ(2, 6-ジ-エーブタル)-3, 4, 9, 10-ペリレンビス-(ジカルボキシミド)

ホスト物質との組合せにおいて有用である好ましい染料の前記例は、長々とあるけれども、特定的に同定される種類とさらに他の染料の種類との両方における既知螢光染料の単なる例示である

FD-153 3, 7-ビス(エチルアミノ)-2, 8-ジメチルフェノキサジン-5-イウムパークロレート

FD-154 9-エチルアミノ-5-エチルイミノ-10-メチル-5H-ベンゾ[a]フェノキサゾニウムパークロレート

FD-155 8-ヒドロキシ-1, 3, 6-ビレン-トリスルfonyl 酸・三ナトリウム塩

利用できる多くの種類の螢光染料の選択が可能であるだけでなく、どの与えられた種類内でも個々の染料性質について広い選択がある。個々の染料の吸収最大と還元電位は置換基の選択を逃して変えることができる。染料の発色団を形成する共役が増すにつれて、染料の吸収最大は長波長側へ偏移させることができる。

放射最大は吸収最大に対して赤方偏移性 (bathochromic) である。赤方偏移の度合は染料種類の関数として変動し得るけれども、通常は最大放射の波長は最大吸収の波長と比べて 25 から 125  $\mu\text{m}$  赤方へ偏移される。このように、近

ことが認識される。例えば、アクリジン染料；ビス(ステリル)ベンゼン染料；ビレン染料；オキサジン染料；およびときには POPOP 染料とよばれるフェニレンオキサイド染料；のような既知螢光染料の多くの他の種類が、以下のものを含むこれらの種類からの有用で特定的の例示的染料である：

FD-147 9-アミノアクリジン・ハイドロクロライド

FD-148  $\beta$ -ビス( $\alpha$ -メチルステリル)ベンゼン

FD-149 2, 2'- $\beta$ -フェニレンビス(4-メチル-5-フェニルオキサゾール)

FD-150 5, 9-ジアミノベンゾ[a]フェノキサゾニウム・パークロレート

FD-151 5-アミノ-9-ジエチルアミノベンズ[a]フェノキサゾニウム・パークロレート

FD-152 3, 7-ビス(ジエチルアミノ)フェノキサゾニウム・パークロレート

界外において吸収最大を示す染料はほとんどすべての場合においてスペクトルの青色部分において最大放射を示す。スペクトルの青色部分において吸収最大を示す染料はスペクトルの緑色部分において放射最大を示し、そして同様に、スペクトルの赤色部分において吸収最大をもつ染料はスペクトルの近赤外部において放射最大を示す傾向がある。

本発明の一つの形においては、発光帯を形成する物質は EML デバイスのカソードとホール注入層との両方の間で挿入されかつ両者と接触する一つの均質層であることができる。代りの構成として、ホスト物質を含むがしかし螢光物質を含まない別の層を発光帯とカソードとの間に挿入することができる。この追加的の間挿有機質電子注入層は慣用的形態のどれであつてもよいけれども、電子注入層と発光帯形成層との両方が薄膜 ( $> 1 \mu\text{m}$  の厚さ) の形で存在することが好ましく、そして、これらの層が発光帯について上に示した厚さよりも大きくなき組合せ厚みをもつことが最も好まし

い。

本発明のEMLデバイスの有機発光媒体は、少くとも二つの有機質層、カソードから注入される電子を輸送するための帯域を形成する少くとも一つの層、および、アノードから注入されるホールを輸送するための帯域を形成する少くとも一つの層を好ましくは含んでいる。後者の帯域はこんどは好ましくは少くとも二つの層で形成され、一つは、アノードと接触の状態で置かれていてホール注入帯を提供し、残りの層は、ホール注入帯を形成する層と電子輸送層を提供する層との間に挿入されていてホール輸送層を提供する。以下に行なう記述は、ファン・スライクらによつて教示されているとおりに少くとも三つの別々の有機質層を用いる本発明に従う有機質EMLデバイスの好ましい実施形態へ向けられているが、ホール注入帯を形成する層またはホール輸送層を形成する層のどちらかを省略することができ、残りの層が両方の機能を果たすことができるが予想される。本発明の有機質EMLデバイスのより高い初期および持続

ここに、Qは $-N-$ または $-C(R)-$ であり、Mは金属性、金属性化物、あるいはハロゲン化金属であり、

Rは水素、アルキル、アルアルキル、アリールあるいはアルカリールであり、そして

$T^1$ および $T^2$ は水素を表わすか、あるいは、一緒にとるとときには不飽和六員環を完成し、それはアルキルまたはハロゲンのような置換基を含むことができる。好ましい六員環は炭素、硫黄および窒素の環原子で形成されるものである。好ましいアルキル成分は1から6個の炭素原子を含み、一方、フェニルは好ましいアリール成分を構成する。

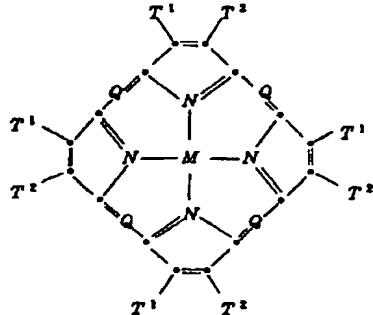
代りの好ましい形においては、ポルフィリン化合物は式(IX)によつて示されるとおり、2個の水素を金属原子に置換することによつて構造式(XVII)の化合物と異なる。

性能水準は、下記に述べる別々のホール注入層とホール輸送層とを組合せて用いるときに実現される。

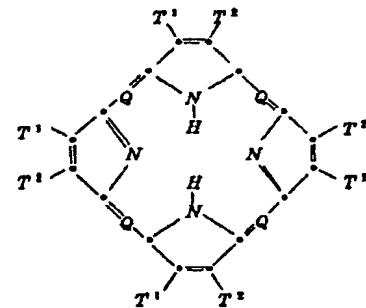
ポルフィリン系化合物を含む層は有機質EMLデバイスのホール注入層を形成する。ポリフィリン系化合物は、ポルフィン自身を含めて、ポルフィン構造から誘導されるかそれを含む、天然または合成の、化合物のどれであつてもよい。アドラーの米国特許3,935,031またはタンクの米国特許4,356,429によつて開示されるポルフィリン系化合物のいずれをも使用することができる。

好ましいポルフィリン系化合物は構造式(XVII)の化合物であり、

(XVII)



(IX)



有用ポルフィリン系化合物の高度に好ましい例は無金属フタロシアニンおよび金属含有フタロシアニンである。一般的にはポルフィリン系化合物、および、特定的にはフタロシアニン、はいかなる金属を含むことができるが、その金属は好ましくは2または2より大きい正の原子価をもつ。例示的な好ましい金属はコバルト、マグネシウム、亜鉛、パラジウム、ニッケル、であり、そして、特に、銅、鉛および白金である。

有用なポルフィリン系化合物の模範的なものは次のものである：

PC-1 ポルフイン  
 PC-2 1,10,13,20-テトラフェニル-21H,23H-ポルフイン-銅(I)  
 PC-3 1,10,15,20-テトラフェニル-21H,23H-ポルフイン-亜鉛(II)  
 PC-4 5,10,15,20-テトラキス(ペンタフルオロフェニル)-21H,23H-ポルフイン  
 PC-5 シリコン・フタロシアニンオキサイド  
 PC-6 アルミニウム・フタロシアニンクロライド  
 PC-7 フタロシアニン(無金属)  
 PC-8 ジリチウムフタロシアニン  
 PC-9 銅テトラメチルフタロシアニン  
 PC-10 銅フタロシアニン  
 PC-11 クロムフタロシアニンフルオライド  
 PC-12 亜鉛フタロシアニン  
 PC-13 鉛フタロシアニン

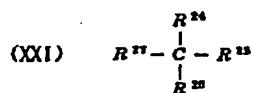
個の芳香族三級アミン成分を含むものである。そのような化合物は構造式(XX)によつて表わされるものを含み、



ここに、 $Q^1$ と $Q^2$ は独立に芳香族三級アミン成分であり、

$G$ はアリーレン、シクロアルキレンあるいはアルキレン基のような連結基、あるいは炭素・炭素結合である。

構造式(XX)を満たし2個のトリアリールアミン成分を含むトリアリールアミンの種類の特に好ましい種類は構造式(XXI)を満たすものである。



ここに、

$R^{22}$ と $R^{23}$ は各々独立に水素原子、アリール基、あるいはアルキル基を表わすか、 $R^{22}$ と $R^{23}$ とは一緒になつて環状アルキル基を完成する原子を表わ

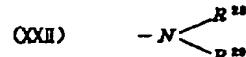
PC-14 チタンフタロシアニンオキサイド  
 PC-15 マグネシウムフタロシアニン  
 PC-16 銅オクタメチルフタロシアニン

有機質Eレデバイスのホール輸送層は少くとも一つのホール輸送芳香族三級アミンを含み、この場合、後者は、少くとも一つが芳香族環の一員である炭素原子へのみ結合している少くとも一つの3価炭素原子を含む化合物であると理解される。一つの形において、その芳香族三級アミンはモノアリールアミン、ジアリールアミン、トリアリールアミンあるいはポリマー状アリールアミンのよろアリールアミンである。模範的なモノマー状トリアリールアミンはクルツフェルラの米国特許3,180,730によつて解説されるものである。ビニル基またはビニレン基で以て置換され、そして/または少くとも一つの活性水素含有基を含む他の適当なトリアリールアミンはプラントレーらの米国特許3,567,450および3,658,520によつて開示される。

芳香族三級アミンの好ましい種類は少くとも2

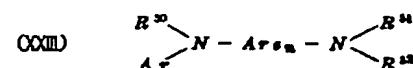
し、

$R^{22}$ と $R^{23}$ は各々独立にアリール基を表わし、それはこんどは構造式(XXII)によつて示されるとおりジアリール置換アミノ基で以て置換されており、



ここに、 $R^{22}$ と $R^{23}$ は独立に選ばれるアリール基である。

芳香族三級アミンのもう一つの好ましい種類はテトラアリールジアミンである。好ましいテトラジアリールジアミンはアリーレン基を通して連結される、式(XXII)によつて示されるような2個のジアリールアミノ基を含む。好ましいテトラアリールジアミンは式(XXIII)によつて表わされるものを含み、



ここに、 $Ar_{2n}$ はアリーレン基であり、

$n$ は1から4の整数であり、

$Ar_{2n}$ 、 $R^{22}$ 、 $R^{23}$ および $R^{24}$ は独立に選ばれるアリ

ール基である。

前記構造式(XX)、(XXI)、(XXII)、および(XXIII)の各種のアルキル、アリールおよびアリーレンの成分は各々こんどは置換されることができる。代表的な置換基はアルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、および、フルオライド、クロライドおよびプロマイドのようなハログンを含む。各種のアルキル成分およびアルキレン成分は代表的には約1個から6個の炭素原子を含む。シクロアルキル成分は3個から約10個の炭素原子を含むことができるが、しかし、代表的には5、6または7個の環炭素原子を含むことができる。例えば、シクロペンチル、シクロヘキシルおよびシクロヘプチルの環構造を含むことができる。アリール成分およびアリーレン成分は好ましくはフェニル成分とフェニレン成分である。

有機質電場発光媒体のホール輸送層全体を単一の芳香族三級アミンで形成させることができると、安定性の増大は芳香族三級アミンの組合せによつて表現させることができるということが、本発明

のさらに一つの認識である。特定期には、以下の実施例において示されるとおりに、式(XXI)を満たすトリアリールアミンのようなトリアリールアミンを式(XXIII)によつて示されるようなテトラアリールジアミンと組合せて用いることが有利であり得ることが観察された。トリアリールアミンをテトラアリールアミンと組合せて用いるとき、後者はトリアリールアミンと電子注入・輸送層との間で挿入される層として置かれる。

代表的な有用芳香族三級アミンはバーウィックらの米国特許4,175,960とファン・スライクらの米国特許4,539,507によつて開示される。バーウィックらはさらに有用なホール輸送化合物として、上記開示のジアリールアミンおよびトリアリールアミンの環架橋変種と見ることができるN置換カルバゾールを開示している。

有用な芳香族三級アミンの例は次のものである：

ATA-1 1,1-ビス(4-ジ-2-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン  
ATA-2 1,1-ビス(4-ジ-2-トリルア

ミノフェニル)-4-フェニル-シクロヘキサン

ATA-3 4,4'-ビス(ジフェニルアミノ)クロードリフエニル

ATA-4 ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)-フェニルメタン

ATA-5 N,N,N-トリ(2-トリル)アミン

ATA-6 4-(ジ-2-トリルアミノ)-4'-(4-(ジ-2-トリルアミノ)-スチリル)スチルベン

ATA-7 N,N,N',N'-テトラ-2-トリル-4,4'-ジアミノビフェニル

ATA-8 N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル

ATA-9 N-フェニルカルバゾール

ATA-10 ポリ(N-ビニルカルバゾール)

慣用的の電子注入・輸送化合物はどれでもカソードと隣接する有機発光媒体の層を形成する際に用いることができる。この層は、アンスラセン、

ナフタレン、フエナンスレン、ビレン、クリセンおよびペリレン、並びに、ガーニーの米国特許3,172,862、ガーニーの米国特許3,173,050、ドレスナーの「アンスラセンにおける二重注入電場発光」、RCA Review, 30巻、322-334ページ、1969年、および、上記引用のドレスナーの米国特許3,710,167によつて示されているとおりの約8個までの組合環を含むその他の組合環発光物質、のような歴史的に教示される発光物質によつて形成させることができる。そのような組合環発光物質は薄い(<1μm)皮膜の形成に適合せず、従つて最高に到達し得るELデバイス性能水準の達成に不向きであるけれども、その種の発光性物質を組入れる有機質ELデバイスは本発明に従つて組立てると、そうでない匹敵し得る従来法ELデバイスと比べて性能と安定性において改善を示す。

本発明の有機質ELデバイスにおいては、1μm(10000オングストローム)以下へ有機質発光媒体の合計の厚みを制限することによつて、

電極間に比較的低い電圧を用いながら、効率的光放射と両立する電流密度を保つことが可能である。1 μm 以下の厚さにおいて、20 ボルトの適用電圧は  $2 \times 10^3$  ボルト/cmより大きい電場電位をもたらし、これは効率的な光放射と両立する。有機質発光媒体の厚さの大きさ低減の程度 (0.1 μm または 1000 オングストロームへ) は、適用電圧をさらに減らさせそして/あるいは電場電位を増させ、従つて電流密度を増させるが、デバイス構成の可能性の中に十分にある。

有機質発光媒体が果たす一つの機能は絶縁性障壁を提供して ELM デバイスの電気的バイアス付与時において電極の短絡を防ぐことである。有機質発光媒体を貫通してのびる单一のピンホールすら短絡をおこさせるものである。例えばアンスラセンのような単一の高度結晶性発光物質を用いる慣用の ELM デバイスとちがつて、本発明の ELM デバイスは短絡をおこさせることなく、有機質発光物質のきわめて薄い総体的厚みにおいて製作することができる。一つの理由は、三つの重ねた層

の溶剤流延付加ポリマーおよび結合ポリマーから選ぶことができる。適当である付加ポリマーの例は、ステレン、*ト*-ブチルステレン、*N*-ビニルカルバゾール、ビニルトルエン、メチルメタクリレート、メチルアクリレート、アクリロニトリル、およびビニルアセテートのポリマーおよびコポリマー (ターポリマーを含む) である。適当である結合ポリマーの例はポリエスチル、ポリカーボネート、ポリイミド、およびポリスルホンである。活性物質の不必要な希釈を避けるために、結合剤は層を形成する物質の合計重量を基準に重量で 50 % 以下へ制限するのが好ましい。

有機質発光媒体を形成する好ましい活性物質は各々皮膜形成物質であり、真空蒸着することができる。従度に薄い欠陥のない連続層を真空蒸着によつて形成させることができる。特定的にいえば、満足できる ELM デバイス性能をなおも実現させながら、約 50 オングストロームほどの薄い個々の層の厚さが存在することができる。真空蒸着ポルフィリン系化合物をホール注入層として、皮膜形

の存在が配列されている層の中のピンホール存在の機会を大いに減らして電極間の連続伝導路を提供するということである。これはそれ自身、被覆時の皮膜形成にとって理想的には適していない物質で以つて、有機質発光媒体の層の一つ、さらには二つを形成させ、一方では許容できる ELM デバイス性能および信頼性をさらに達成させるものである。

有機質発光媒体を形成させるのに好ましい物質は各々薄膜の形で製作でき、すなわち、0.5 μm または 5000 オングストローム以下の厚さをもつ連続層として製作できる。

有機質発光媒体の層の一つまたは一つ以上を溶剤塗布するとき、皮膜形成性ポリマー結合剤は活性物質と一緒に同時に沈着させて、ピンホールのような構造的欠陥をもたない一つの連続層を確保することができる。結合剤は、用いる場合には、もちろん、それ自身で高い絶縁強度、好ましくは少くとも約  $2 \times 10^3$  ボルト/cmの強度を示さねばならない。適当であるポリマーは広範囲の種類の既

成性芳香族三級アミンをホール輸送層 (これはこんどはトリアリールアミン層とテトラアリールジアミン層とから成ることができる) として、そして、キレート化オキシノイド化合物を電子注入・輸送層として使用して、約 50 から 5000 オングストロームの範囲にある個別層の厚さが期待され、100 から 2000 オングストロームの範囲の層の厚みが好ましい。有機質発光媒体の総体的厚みが少くとも約 1000 オングストロームであることが一般的に好ましい。

有機質 ELM デバイスのアノードとカソードは各々いずれかの便利な慣用的形態をとることができる。有機質 ELM デバイスからアノードを通して光を出すことが期待されるときには、光透過性支持体、例えば透明あるいは半透明なガラス板またはプラスチック・フィルム、の上に薄い伝導層を被覆することによつて便利に達成することができる。一つの形においては、本発明の有機質 ELM デバイスは、上記引用の、ガーニーらの米国特許 3,172,862; ガーニーの米国特許 3,173,

050；ドレスナーの「アンスラセンにおける二重注入電場発光」、*RCA Review*, 30巻、322-334ページ、1969年；および、ドレスナーの米国特許3,710,167によつて開示されるとおり、ガラス板上で被覆された錫酸化物またはインジウム錫酸化物で形成される光透過性アノードを含めるという歴史的慣行に従うことができる。支持体として光透過性ポリマー・フィルムをどれでも使用できるが、ギルソンの米国特許2,733,367とスウインデルスの米国特許2,941,104はこの目的のために特定的に選ばれるポリマー・状フィルムを開示している。

ここで用いるとき、用語「光透過性」とは、論議中の層または要素がそれが受ける少くとも一つの波長の光の50%以上を透過しかつ好ましくは少くとも100nm間隔にわたつて光を透過することを単純に意味する。反射(非散乱性)放射光および拡散(散乱性)放射光は望ましいデバイス出力であるので、半透明物質と、透明または実質上透明の物質の両方が有用である。大部分の場合

透明である。不透明アノードはアノード組立て用に適当に高い仕事関数をもつ金属または金属組合せで形成させることができる。好ましいアノード金属は4エレクトロン・ボルト(4eV)より大きい仕事関数をもつ。適当であるアノード金属は以下で列挙する高い(>4eV)仕事関数金属の中から選ぶことができる。不透明アノードは支持体上の不透明金属層で、あるいは別の金属箔またはシートとして形成させることができる。

本発明の有機質ELデバイスは、従来この目的に対し有用であることが教示されている、高または低仕事関数金属を含めた任意の金属で構成されるカソードを用いることができる。予想外の製作上、性能上、および安定性上の利点が、低仕事関数金属と少くとも一つの他の金属との組合せのカソードを形成することによつて実現された。低仕事関数金属はここでは4eVより低い仕事関数をもつ金属として定義される。一般的には、金属の仕事関数が低いほど、有機質発光媒体中への電子注入にとつて必要とされる電圧が低い。しかし、

において、有機質ELデバイスの光透過性の層または要素はまた無色であるか、あるいは中性光学的濃度のもの、すなわち、一つの波長域中での光の吸収が別の波長域と比べて著しくは大きくはないものである。しかし、もちろん、光透過性電極支持体または別々の重ね合わせた皮膜または要素は、望む場合には、放射トリミング(trimming)フィルターとして作用するようそれらの光吸収性質を調節することができる。そのような電極構成は例えばフレミングの米国特許4,035,686によつて開示されている。電極の光透過性導電層は、受けとる光波長あるいはそれらの倍数にはほぼ等しい厚さでつくられるときには、干渉フィルターとして働くことができる。

歴史的慣行と対照的に、一つの好ましい形においては、本発明の有機質ELデバイスはアノードを通してでなくカソードを通して光を放射する。このことはアノードが光透過性であるという要請のすべてからアノードを開放し、そして、事実、本発明のこの形において光に対して好ましくは不

最低仕事関数金属であるアルカリ金属は反応性でありすぎて単純なデバイス組立ておよび組立て手順で以て安定なELデバイスを達成することができず、そして本発明の好ましいカソードから排除される(不純物濃度を別として)。

利用できるカソード用低仕事関数金属の選択(アルカリ金属以外)は元素周期表の周期により以下に列挙され、0.5eV仕事関数群の中へ分類される。与えられている仕事関数はすべてセ(Ses)の*Physics of Semiconductor Devices*(N.Y.のワiley、1969年)366ページから取られている。

周期	元素	仕事関数, eV群による
2	ベリリウム	3.5-4.0
3	マグネシウム	3.5-4.0
4	カルシウム	2.5-3.0
	スカンジウム	3.0-3.5
	チタン	3.5-4.0
	マンガン	3.5-4.0
	ガリウム	3.5-4.0

5	ストロンチウム	2.0 - 2.5
	イソトリウム	3.0 - 3.5
	インジウム	3.5 - 4.0
6	バリウム	~2.5
	ラントン	3.0 - 3.5
	セリウム	2.5 - 3.0
	プラセオジウム	2.5 - 3.0
	ネオジウム	3.0 - 3.5
	プロメシウム	3.0 - 3.5
	サマリウム	3.0 - 3.5
	ユーロビウム	2.5 - 3.0
	ガドリニウム	3.0 - 3.5
	テルビウム	3.0 - 3.5
	ディスプロシウム	3.0 - 3.5
	ホルミウム	3.0 - 3.5
	エルビウム	3.0 - 3.5
	ツーリウム	3.0 - 3.5
	イツテルビウム	2.5 - 3.0
	ルテチウム	3.0 - 3.5
	ハフニウム	~3.5
7	ラジウム	3.0 - 3.5
	アクチニウム	2.5 - 3.0
	トリウム	3.0 - 3.5
	ウラン	3.0 - 3.5

より操作上の両方)を増さねばならない。それはアルカリ金属以外の金属のどちらからでも選ぶことができる。この第二金属は自ら低仕事関数金属であることができ、従つて4.0V以下の仕事関数をもつ上記列挙金属から選ぶことができ、上記で論じた同じ選択が十分応用できる。第二金属が低仕事関数を示すかぎりにおいて、それはもちろん、電子注入を容易にすることにおいて第一金属を補足することができる。

あるいはまた、第二金属は4.0Vより大きい仕事関数をもち、酸化に対してより抵抗性である元素を含み従つて金属元素として普通には製作される、各種金属のどちらからでも選ぶことができる。その第二金属が有機質反応デバイス中で加工されたままで残留するかぎり、それはそのデバイスの安定性へ寄与する。

カソード用の利用可能のより高い仕事関数(4.0Vまたはそれ以上)の金属の選択は元素周期表の周期によつて下に列記され、0.5~4.0V仕事関数群の中に分類される。

前記の列挙から、利用できる低仕事関数金属は大部分は第Ⅱ族あるいはアルカリ土類族の金属、第Ⅲ族金属(稀土類金属、すなわちイソトリウムおよびランタニドを含むが硼素とアルミニウムを除く)、および、アクチニド族金属に該することが明らかである。アルカリ土類金属は、それらの入手の容易さ、取扱やすさ、および最小のエンバイロンメンタル・インパクト電位(*minimal adverse environmental impact potential*)の故に、本発明のELDデバイスのカソードにおいて使用するための低仕事関数金属の好ましい種類を構成する。マグネシウムとカルシウムが特に好ましい。顯著に高価ではあるが、含まれる第Ⅲ族金属、特に稀土類金属は類似の利点をもち、好ましい低仕事関数金属として特に期待される。3.0から4.0eVの範囲の仕事関数を示す低仕事関数金属はより低い仕事関数を示す金属より一般的に安定であり、従つて好まれる。

カソード組立てにおいて含まれる第二の金属は一つの主目的としてカソードの安定性(貯蔵上お

周期	元 素	仕事関数 eV群による
2	硼素	~4.5
	炭素	4.5 - 5.0
3	アルミニウム	4.0 - 4.5
4	バナジウム	4.0 - 4.5
	クロム	4.5 - 5.0
	鉄	4.0 - 4.5
	コバルト	4.0 - 4.5
	ニッケル	~4.5
	銅	4.0 - 4.5
	亜鉛	4.0 - 4.5
	グルマニウム	4.5 - 5.0
	砒素	5.0 - 5.5
	セレン	4.5 - 5.0
5	モリブデン	4.0 - 4.5
	チクネチウム	4.0 - 4.5
	ルテニウム	4.5 - 5.0
	ロジウム	4.5 - 5.0
	パラジウム	4.5 - 5.0
	鉻	4.0 - 4.5
	カドミウム	4.0 - 4.5
	錫	4.0 - 4.5
	アンチモン	4.0 - 4.5

6	チルル	4.5 - 5.0
	タンタル	4.0 - 4.5
	タンクスチル	~4.5
	レニウム	~5.0
	オスミウム	4.5 - 5.0
	イリジウム	5.5 - 6.0
	白金	5.5 - 6.0
	金	4.5 - 5.0
	水銀	~4.5
	鉛	~4.0
	ピスマス	4.0 - 4.5
	ポロニウム	4.5 - 5.0

4.0V またはそれ以上の仕事関数をもつ利用可能な金屬の前記列挙から、魅力のあるより高い仕事関数の金屬は大部分はアルミニウム、第ⅠB族金屬（銅、銀および金）、第Ⅳ、V、およびVI族の中の金屬、および第Ⅷ族遷移金屬、特にこの族からの貴金属、によって占められるアルミニウム、銅、銀、金、錫、鉛、ピスマス、チルル、およびアンチモンがカソード中へ組入れるための特に好ましいより高い仕事関数の第二金屬である。

ない）、そして、有機質ダムデバイスが光透過性アノードをもつていて電極領域を通して光放射を達成するということの必要性から開放するものである。

第二金屬が果たすことが観察されている第三の価値ある機能は、そのダムデバイスの有機質発光媒体の上への第一金屬の蒸着を助けることである。蒸着において、第二金屬も沈着されるときには、より少ない金属が真空室の壁の上で沈着され、より多くの金属が有機質発光媒体上で沈着される。有機質ダムデバイスを安定化し、薄いカソードのシート抵抗を減らし、そして有機質発光媒体による第一金属の受容を改善することにおける、第二金屬の有効性は以下の実施例によつて示されている。

これらの利点を達成するのに必要とされる第二金屬はほんの小割合で存在すればよい。カソードの合計金属原子の僅かに約 0.1% が実質的改善を得るのに第二金屬によつて占められればよい。第二金屬がそれ自身低仕事関数金属である場合には、

仕事関数あるいは酸化安定性のいずれかを基準にした第二金屬の選択を制約するところがないのにいくつかの理由が存在する。第二金屬はカソードの少量成分にすぎない。それの主機能の一つは第一の低仕事関数金属を安定化することであり、そして、驚いたことに、それはそれ自身の仕事関数および被酸化性と無関係にこの目的を達成する。

第二金屬が果たす第二の価値ある機能はカソードの厚みの関数としてカソードのシート抵抗を減らすことである。許容可能な低いシート抵抗水準（100 オーム/cm<sup>2</sup> 以下）が薄いカソードの厚さ（250 オングストローム以下）において実現され得るので、高水準の光透過を示すカソードを形成させることができる。このことは、許容できる低い抵抗水準と高い電子注入効率とをもつ高密度で薄い透明カソードがまず達成されることを可能にする。これはひいては、本発明の有機質ダムデバイスが光透過性カソードで以て組立てられることを可能とし（ただし必要とするものでは

第一および第二金屬の両者が低仕事関数金属であり、どちらが第一金属でありどちらが第二金属であると考えるかは問題ではない。例えば、カソード組成が、一つの低仕事関数金属によつて占められているカソード金属原子の約 0.1% から、第二の低仕事関数金属によつて占められている合計金属原子の約 0.1% の範囲にあることができる。好ましくは、二つの金属のうちの一つは存在する合計金属の少くとも 1%、最適には少くとも 2% を占める。

第二金属が比較的高い（少くとも 4.0V）仕事関数の金属であるときには、低仕事関数金属は好ましくはカソードの合計金属原子の 50% 以上を占める。これはカソードによる電子注入効率における低下をさけるためであり、しかし、第二金属添加の利点はその第二金属がカソードの合計金属原子の 20% 以下を占めるときに本質的に実現されるということが観察に基いてまた予言される。

前記の論議はカソードを形成する金属の二成分組合せに関してなされてきたが、希望する場合に

は、3個、4個、さらにはそれより多い数の金属の組合せが可能でありかつ使用できることが、もちろん予想される。上記第一金属の割合は低仕事関数金属の便宜的組合せのいずれかによつて占められることができ、第二金属の割合は高および/または低仕事関数金属の組合せのいずれかによつて占められることができる。

第二金属は電気伝導性を増進するよう頼りにされ得るが、カソード合計金属のそれらの小割合は、これらの金属が電気伝導性の形で存在することを必要にする。第二金属は化合物（例えば、鉛、錫、またはアンチモンのテルル化物）あるいは、一つまたは一つより多い金属酸化物または塩の形にあるような酸化された形で、存在することができる。第一の低仕事関数金属はカソード金属の主要割合を占め、電気伝導にとつて頼りにされるので、それらはその元素状態で用いられるのが好ましく、ただし、いくらかの酸化が熟成時におこつてもよい。

第二金属の存在が物理的に介在してカソードの

物で以てます被覆し、次いでオキシン(CO-1)で以て被覆される同等のガラス支持体を、図4および5の被覆を形成するのに使用した。

第一金属単独を支持体上または有機質発光媒体上へ沈着させる際、溶液からであつても、あるいは好ましくは蒸気相からであつても、第一金属のはじめの空間的に分離された沈着物はその後の沈着のための核を形成する。その後の沈着はこれらの核を微結晶へ成長させる。その結果は微結晶の不均等の無作為的分布であり、不均質カソードを生ずる。この核形成段階および成長段階の少くとも一つ、そして好ましくはその両方の間で第二金属を提供することにより、单一元素が提供する高度の対称性が減らされる。二つの物質が正確に同じ晶癖と寸法をもつ結晶細胞を形納することができないので、第二金属はどれでも対称度を減らし、少くともある程度まで微結晶成長をおくらせる。第一および第二の金属が区別できる結晶晶癖をもつ場合には、空間的対称性はさらに減らされ、微結晶成長はさらにおくらされる。微結晶成長をおく

安定性と光透過性の増進をシート抵抗を下げながら行なわせる様式は、図4と5を比較することによつて理解することができる。図4は、マグネシウムから成る蒸着させた慣用的の従来法のカソードについての、指示尺度へ拡大した顕微鏡写真である。そのマグネシウム被覆の厚さは2000オングストロームである。その被覆の不均質性は、その電気伝導性と光を透過する能力とを損するものであるが、きわめて明瞭である。その不均質性のゆえに、その被覆はまたより浸透性であり、それゆえ、酸化性劣化をより受けやすい。

まさに対照的に、本発明を例証する図5のカソードは、これも厚さが2000オングストロームであつて、滑らかで特色のないものである。このカソードはマグネシウムと銀の真空蒸着によつて形成され、マグネシウムと銀は10:1の原子比で存在する。すなわち、銀原子は存在する合計金属原子の9%の濃度で存在する。本発明のカソードの感知できない低粒子性は沈着支持体の高率でより均質な被覆の指標である。インジウム錫酸化

らせることは追加的な核形成部位の形成に好都合である。このようにして沈着部位の数は増加し、より均質な被覆が達成される。

金属の特定的選択に応じて、第二金属は、支持体とより相容性である場合には、不釣合の数の核形成部位をつくり出すことができ、第一金属が次いでこれらの核形成部位において沈着する。そのような機構は、第二金属が存在する場合に、第一金属が支持体によつて受容される効率が著しく増進されるという観察を説明するかもしれない。例えば、第二金属が同時沈着されつつあるときは真空室壁の上で第一金属のより少ない沈着がおこることが観察された。

カソードの第一および第二の金属は、同時沈着される場合には、均密にまぜ合わされる。すなわち、第一金属あるいは第二金属の沈着がどちらも、残りの金属の少くとも一部が沈着される前に完了することができない。第一および第二金属の同時沈着は一般的には好ましい。あるいはまた、第一および第二の金属を順次増分的に沈着させることがで

き、これは、並流沈着に近似するかもしれない。

必要とされるわけではないが、カソードは一たん形成されると後処理を行なうことができる。例えば、カソードは支持体の安定性限度内で送元窒素気中で加熱してもよい。リード線結合あるいはデバイスの包み込みという慣用的付隨事項のようなその他の作業も実施することができる。

#### 実施例

本発明とその利点は以下に示す特定実施例によつてさらに例証される。用語「原子パーセント」は存在する金属原子の合計数を基準にした、存在する特定金属のパーセンテージを示す。換言すると、それはモル%と類似であるが、分子でなく原子を基準にする。用語「セル」は実施例中で用いるときには有機ELデバイスを指す。

#### 実施例 1-6. 色相改良

本発明の要請事項を満たす有機質発光媒体を含むELデバイスを次のようにして構成した：

a) インジウム錯酸化物被覆ガラスの透明アノードを0.05μmのアルミナ研磨剤で以て数分間

デバイスによつて放射される光の色相のずれを下の表Iに要約する。有機質ELデバイスの仕事率の変換（以後は単純に効率ともよぶ）を、放射される光の仕事率（power of the light emitted）の供給仕事率に対する比として、0.05mW/cm<sup>2</sup>の光出力水準において、測定した。相対的効率は検査されつつあるELデバイスの効率をドープ剤を含めない相当ELデバイスの効率によつて割ることによつて決定した。

表 I

ELデバイス	ドープ剤	濃度 モル%	相対的 仕事率 変換効率	色相
対照標準	なし	0	1	緑
実施例1	FD-27	$3 \times 10^{-1}$	1.5	橙
実施例2	FD-28	$1.6 \times 10^{-1}$	2	赤-橙
実施例3	FD-29	$0.5 \times 10^{-1}$	0.5	赤-橙
実施例4	FD-30	$2 \times 10^{-1}$	0.8	赤-橙
実施例5	FD-31	$6 \times 10^{-1}$	0.6	赤-橙
実施例6	FD-119	$0.3 \times 10^{-1}$	0.9	橙-緑

研磨し、続いてイソプロピルアルコールと蒸留水との1:1(容積)混合物の中で超音波洗浄した。それをイソプロピルアルコールで以てすすぎ、次いでトルエン蒸気中で約5分間浸漬した。

b) ホール注入・輸送用のATA-1層(750Å)を次にアノード上で沈着させた。ATA-1を石英ポートからタンクステン・フイラメントを以て蒸発させた。

c) 発光帯を形成する電子注入・輸送層(750Å)を次にATA-1層の上部に沈着させた。CO-1をホスト物質として用い、石英ポートから蒸発させた。ドープ剤として発光帯中で組込まれるべき発光物質を別の石英ポートから並流的に蒸発させた。一つの場合においては、発光物質を組入れなかつた。タンクステン・フイラメントを両方の蒸発について使用した。

d) 発光帯の上部に10:1の原子比のMgとAgで形成された2000Åのカソードを沈着させた。

異なる発光物質の存在に帰せられる有機質EL

表Iから、すべての場合において、ドープ剤としての発光染料の存在は光放射をより長い波長へ移行させたことは明らかである。FD-28の存在がある場合とない場合の放射光のスペクトルを比較することにより、ピーク放射が発光染料の添加によつて約540nmから610nmへずらされたことが決定された。FD-27とFD-28の存在は有機質ELデバイスの仕事率変換効率を著しく増すというもう一つの好都合な効果をもつてゐた。対照標準のELデバイスは $5 \times 10^{-3}$ W/Wの絶対効率をもつてゐる。

#### 実施例 7-13. 濃度の関数としての色相

一連の有機質ELデバイスを、FD-31を異なる濃度水準において使用して、実施例1から6に記載のとおりにつくつた。結果を表IIにまとめると。

表 II

濃度、モル%	相対効率	発光 $\lambda_{max}$
0	1.0	535
$2.2 \times 10^{-2}$	0.9	648
$6.2 \times 10^{-2}$	0.4	640
$1.1 \times 10^{-1}$	0.8	645
$3.2 \times 10^{-1}$	0.35	666
$4.5 \times 10^{-1}$	0.27	665
4.4	0.14	690

表 II から、発光のピーク波長が  $155 \mu\text{m}$  の範囲にわたつてずらされたことが明らかである。出力効率は螢光物質の水準が増すにつれて多少低下した。しかし、 $690 \mu\text{m}$  において測定した出力効率はドープ剤を含まない CO-1 を含む ELE デバイスと比べるとときに実際に増進された。

#### 実施例 14. 安定性

本発明の要請事項を満たす有機質発光族体を含む ELE デバイスを次のようにして構成した：

a) インジウム錯酸化物被覆ガラスの透明アノードを  $0.05 \mu\text{m}$  のアルミナ研磨剤で以て数分間

とで形成された  $2000 \text{ \AA}$  のカソードを沈着させた。

セルを  $20 \text{ mA/cm}^2$  の一定電流において乾燥アルゴン雰囲気中で作動させた。初期の光出力は  $0.45 \text{ mW/cm}^2$  であった。500 時間の連続運転後において光出力は  $0.15 \text{ mW/cm}^2$  であった。

セルを上述のとおりに組立てて運転しただし FD-28 を省略するとき、セルの光出力は僅か 250 時間の運転後において  $0.15 \text{ mW/cm}^2$  以下に落ちた。

#### 実施例 15-28. 還元電位とバンドギャップ

一連の ELE デバイスを実施例 14 に述べたとおりに組立てたが、しかし異なる螢光染料を存在させた。使用して成功した螢光染料とホスト物質 CO-1 との還元電位およびバンドギャップを表 III において比較した。

研磨し、続いてイソプロピルアルコールと蒸留水との 1:1 (容積) 混合物の中で超音波洗浄した。それをイソプロピルアルコールで以てすすぎ、次いでトルエン蒸気中で約 5 分間浸した。

b) ホール注入用 PC-10 層 ( $300 \text{ \AA}$ ) をアノード上で真空蒸着によつて沈着させた。PC-10 を石英ポートからタンクステン・フライメントを使って蒸発させた。

c) ホール輸送用 ATA-1 層 ( $350 \text{ \AA}$ ) を次にホール注入層上で沈着させた。ATA-1 を石英ポートからタンクステン・フライメントを使って蒸発させた。

d) 発光帯を形成する電子注入・輸送層 ( $750 \text{ \AA}$ ) を次に ATA-1 層の上に沈着させた。CO-1 をホスト物質として用い、石英ポートから蒸発させた。FD-28 を、別の石英ポートからの並流蒸発により、CO-1 を基準に 2 モル% の濃度でドープ剤として発光帯中で組入れた。タンクステン・フライメントを両方の蒸発について用いた。

e) 発光帯の上に  $10:1$  の原子比の  $Mg$  と  $Ag$

表 III

物 質	E-赤 ボルト	バンドギャ ップ eV	相対効率 (w/w)
CO-1	-1.79	2.81	1.0
FD-4	-1.46	2.5	2.0
FD-5	-1.58	2.58	2.0
FD-7	-1.77	2.75	0.8
FD-11		3.35	-
FD-15	-1.69	2.63	1.0
FD-19	-1.68	2.64	-
FD-20	-1.51	2.61	1.4
FD-21	-1.46	2.63	1.0
FD-22	-1.75	2.69	0.8
FD-25	-1.38	2.63	-
FD-26	-1.66	2.72	-
FD-27	-1.32	2.17	1.5
FD-28	-1.34	2.01	2.0
FD-119	-1.39	2	0.9

各々の場合において、CO-1 層へのドープ剤として螢光染料を含む ELE デバイスは肉眼的に検出できる色相の移行を示した。次の染料、FD-4、FD-5、FD-15、FD-20、FD-27

およびFD-28、もまた効率における改善をもたらした。

ホスト物質CO-1より負の還元電位、あるいはより大きいバンドギャップ電位、のいずれかを示す螢光染料が置換されるとときには、螢光染料の存在に帰することができる有用な結果は観察されなかつた。

#### 附録 I

##### 螢光性化合物FD-114の製造

2-ブチルリチウム(ヘキサン3.5ml中の7.0ミリモル)を乾燥テトラヒドロフラン中のジソブロピルアミン(1ml, 7.2ミリモル)のよく搅拌された冷(-70°C)溶液へアルゴン雰囲気下でゆつくりと添加した。5分間搅拌後、テトラヒドロフラン20ml中の6-メトキシジヒドロフェナレノン1.5g、7.0ミリモルの溶液をゆつくりと添加した。

生成する暗色溶液を-70°Cで1.5時間搅拌した。溶液を注射器を使って、マーチンらの *J. Org. Chem.* 43, 4673-4676ページ、(1978)

で見られた。橙色螢光染料を含むバンドが組合われ、溶剤を蒸発させて、融点が135-136°Cでm/oが278(M<sup>+</sup>)である4-メトキシ-8-メチル-10-オキソ-7,8,9,10-テトラヒドロベンゾ[4,5]アンスラセンの860m<sup>λ</sup>(収率44%)が得られた。C<sub>15</sub>H<sub>14</sub>Oについての計算上の分析値は、C, 82.0, H, 6.2であり、実測値はC, 81.7, H, 6.3であつた。

N,N-ジメチルホルムアミド(15ml)中の上記同定化合物の530m<sup>λ</sup>(1.9ミリモル)の溶液を、90°Cへ加熱されたN,N-ジメチルホルムアミド(30ml)中の700m<sup>λ</sup>(4.1ミリモル)の塩化第二銅・水和物と200m<sup>λ</sup>(4.7ミリモル)の塩化ナトリウムとの溶液へゆつくりと添加した。生成混合物を70分間搅拌した。水を混合物へ添加し、生成する褐色固体を分離し、冷水で以て数回洗浄し、397m<sup>λ</sup>(収率80%)の染料1を得た。この生成物はシリカゲル上の薄層クロマトグラフィによつて純粹であることが示されたが、酢酸エチル-エタノールから再結晶させて、

によつて記述されている手順に従つてつくつた(2-エトキシ-1,3-ペンタジエニル)-トリフェニルホスホニウム・ヨーダイドの5g(10ミリモル)を含む丸底フラスコへ、次に移した。生成懸濁液を室温で1時間搅拌し、3時間還流させた。これらの段階はすべてアルゴン下でかつ湿分を排除しながら実施した。

この懸濁液を次に室温へ冷却し、1規定塩酸の50mlを添加し、1時間激烈に搅拌した。次に50mlのエーテルを添加し、各層を分離した。追加の3回のエーテル抽出物を最初のものと組合わせ、そのエーテル溶液を次に飽和炭酸ナトリウム溶液、水、および、飽和塩化ナトリウム溶液で以て洗浄した。エーテル溶液を乾燥し、溶剤を蒸発させて約3gの固体残留物が得られた。残留物を、溶離剤として10:45:45の酢酸エチル、ジクロロメタン、シクロヘキサンの混合物を以つてシリカゲル上のフラッショナルクロマトグラフィを経て精製した。所望生成物は長波長(355nm)紫外ランプで以て照射するときに橙色バンドとし

融点289-295°Cでm/oが260(M<sup>+</sup>)である物質が得られた。この染料の構造はそのN-フェニル-N-メチルカルバメート誘導体の分析によつて確認された。C<sub>20</sub>H<sub>18</sub>NO<sub>3</sub>についての計算された分析値はC, 79.4, H, 4.9, N, 3.6であり、実測値はC, 79.2, H, 5.1, N, 3.8であつた。

##### 螢光染料FD-116の製造

塩化第二銅・二水塩(2.45g, 14.4ミリモル)と塩化リチウム(1.0g, 22.7ミリモル)を90°Cへ加熱した20mlのN,N-ジメチルホルムアミド(DMF)の中で溶解させた。この熱混合物へ10mlのDMFの中に溶かした実施例1のメトキシケトン中間体の650m<sup>λ</sup>(2.34ミリモル)の溶液を添加した。混合物を90°Cで24時間保ち、次に水と水を添加することによつて急冷した。生成沈殿を水で以て数回洗浄して乾燥した。1:1の酢酸エチル/ジクロロメタンの中の10%メタノールで以てすりつぶすことによつてそれを精製して、染料3の300m<sup>λ</sup>(44%)が得られた。このすりつぶし段階からの生成物は意図す

る応用にとつて十分に純粹である。それはさらに、溶離剤として1:1のジクロロメタン/シクロヘキサン混合物の中の20%酢酸エチルを用いてシリカゲル上のフラッショナル・クロマトグラフィによつて精製し、238-240℃の融点をもつ物質を得ることができた。染料3の構造はそのメチルエーテル誘導体とそのN-フェニル-N-メチルカルバメート誘導体との両方の元素分析によつて確認された。

メチルエーテル誘導体  $C_{10}H_{12}Cl_2O_2$  についての分析値は、計算値: C, 73.9, H, 4.2; 実測値: C, 74.0, H, 4.1; であつた。

カルバメート誘導体  $C_{10}H_{12}Cl_2NO_2$  についての分析値は、計算値: C, 73.0, H, 4.2, N, 3.3; 実測値: C, 72.8, H, 4.1, N, 3.1; であつた。

#### 蛍光染料FD-119の製造

N-フェニル-N-メチルカルバモイルクロライド(1.2当量)を溶剤としてのトルエンの中のピリジンおよび実施例2の染料3の各1.2当量の混合物へ添加し、混合物を加熱して12時間還流

せ、溶剤を蒸発させた。残留物を酢酸エチルで以てすりつぶして沪過し、融点244-246℃で( $M^+$ )の $m/e$  313をもつ、収率44%の染料6が得られた。

#### (f) 本発明の効果

ホール・電子再結合に応答して光を放射することができる蛍光物質が、ホール注入および電子注入の両方を持続し得る有機質ホスト物質の薄膜の中で存在することが、光放射の波長の広い幅の中からの選択を可能にする。蛍光物質のどれか一つあるいは組合せを特に含む本発明の薄膜有機質ELデバイスを形成する物質、カソード金属、およびホール注入・輸送物質、を選択することによつて、従来実現されていたよりも安定なデバイス運転を達成させることができる。

#### 4. [図面の簡単な説明]

図1、2および3はELデバイスの模式図である。

個々の層の厚さはあまりにも薄く、かつ各種のデバイス要素の厚み差があまりにも大きくて、尺

させた。このトルエン溶液を冷却し、稀釈塩酸で、次に水で、そして最後に塩水で以て洗滌した。有機層を分離し溶剤を蒸発させた。残留物を、溶離剤として1:1のジクロロメタン/シクロヘキサン中の20%酢酸エチルを使用して、シリカゲル上のフラッショナル・クロマトグラフィによつて精製した。染料5は233-235℃の融点をもち、実施例2におけるカルバメートについて与えられる元素分析値をもつている。

#### 蛍光染料FD-119の製造

少量のジクロロメタン中に溶かした実施例1のメトキシケトン中間体(400mg, 1.4ミリモル)を無水メタノールの100ml中の5ml、59.8ミリモルのピロリジンへ添加し、混合物を攪拌しながら4日間還流させた。混合物を冷却し溶剤を減圧下で蒸発させた。残留物を、反応の出発時の0%から終りにおける50%の範囲にある酢酸エチルを含む1:1のジクロロメタン/シクロヘキサンを使い、シリカゲル上のフラッショナル・クロマトグラフィによつて精製した。適切な画分を組合わ

度に応じて描くことができず、あるいは尺度に比例して描くことができないので、図面は必然的に模式的性質のものである。

#### 用語解説

- 100はELデバイスであり、
- 102はアノードであり、
- 104はカソードであり、
- 106は発光媒体であり、
- 108は電力源であり、
- 110と112は導体であり、
- 114は注入されたホールを模式的に表わし、
- 116は注入されたホールを模式的に表わし、
- 118は発光物質の層を表わし、
- 200はELデバイスであり、
- 201は支持体であり、
- 203はアノードであり、
- 205はホール輸送層であり、
- 207は電子輸送層であり、
- 209はカソードであり、
- 300はELデバイスであり、

特開昭 63-264692 (34)

301はアノードであり、  
305はホール輸送層であり、  
307は電子輸送層であり、  
309はカソードである。

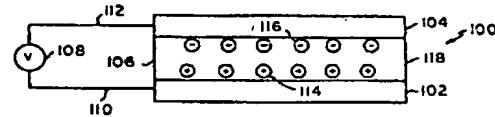


FIG. 1

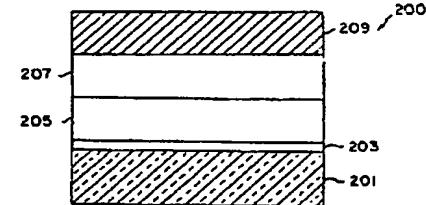


FIG. 2

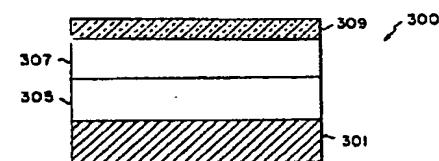


FIG. 3

## 手 続 楠 正 書

昭和63年 4月15日

特許庁長官 小川邦夫 殿

## 1. 事件の表示

昭和63年特許願第49450号

## 2. 発明の名称

改良薄膜発光帯をもつ電場発光デバイス

## 3. 楠正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所

名 称 (707) イーストマン・コダック・カンパニー

## 4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区大手町二丁目2番1号  
新大手町ビル 206区

電 話 270-6641~6

氏 名 (2770) 弁理士 楠 浩 勝

## 5. 楠正の対象

タイプ印書きにより済書した明細書

## 6. 楠正の内容

別紙の通り (尚、明細書の内容には変更なし)

